ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 DÉCEMBRE 1924.

PRÉSIDENCE DE M. GUILLAUME BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur la construction des électro-aimants.* Note de M. P. VILLARD.

Dans tout électro-aimant, le rôle du fer peut être considéré comme terminé quand l'aimantation des pièces polaires approche de la saturation à 2 ou 3 pour 100 près. La part qui revient au fer dans la production du champ devient alors très sensiblement constante [1], et ce dernier ne peut plus augmenter que par l'appoint dû au champ propre des bobines.

On peut se demander si, dans la pratique, cette limite du rôle du fer est réellement atteinte.

J'ai effectué, à ce sujet, diverses mesures sur un électro-aimant construit sur mes indications, en 1910-1911, par M. Beaudouin, qui en a fabriqué, depuis, plusieurs exemplaires.

Cet appareil est du type Ruhmkorff renforcé (*fig.* 1); les noyaux, relativement courts, ont 10^{cm} de diamètre sur 12^{cm} de longueur; ils ont été fixés à chaud sur des colonnes massives dont la base, très large, glisse sur un socle de forte section. Des boulons, dont les têtes se déplacent dans une rainure du socle, immobilisent à volonté les colonnes.

Cette disposition se prête à des expériences très variées, le démontage de l'instrument est facile, et sa construction ne comporte que peu d'usinage.

Les pièces polaires sont des cônes de 120°, coupés à 2^{mm} de leur sommet; leurs

---

(1) Les récentes expériences de MM. Fortrat et Dejean (*Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 627) montrent, par exemple, que pour élever de 1700 à 1710 seulement l'intensité d'aimantation du fer, soit un accroissement de 0,6 pour 100, il faut que la valeur du champ passe de 1140 gauss à 23500.

bases se prolongent par de très courts troncs de cône d'angle faible, dont il a été avantageux de réduire la longueur au minimum assurant aux pièces une rigidité suffisante.

Les enroulements, en fil carré de 2^{mm} de côté, occupent toute la longueur des noyaux; leur résistance totale est de $8^{\omega},3$ à froid.

Dans un entrefer de 3^{mm}, entre surfaces frontales de 8^{mm} de diamètre, cet électro-aimant donne 30000 gauss avec 350 watts; avec $5^{kw},5$ on arrive à 36500 gauss pour la position des bobines indiquée figure 1; en rapprochant celles-ci à 23^{mm} on atteint 38000.

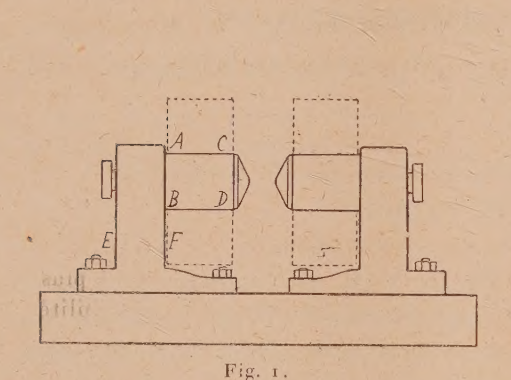


Fig. 1.

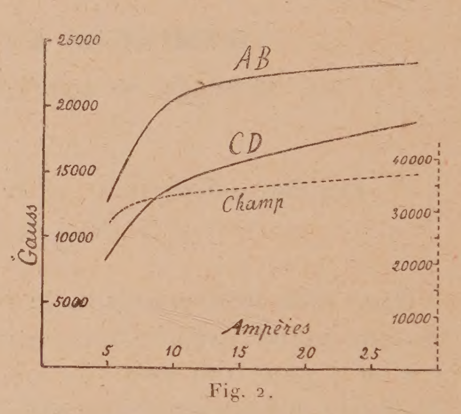


Fig. 2.

Au moyen d'un fluxmètre, j'ai mesuré, pour diverses valeurs du courant, l'induction aux extrémités AB et CD de l'un des noyaux, à l'entrée par conséquent et à la sortie de la bobine correspondante, et, de même, en EF, dans l'un des montants de la culasse. L'entrefer était de 3^{mm}.

Les courbes représentées figure 2 indiquent, pour chacune des sections AB et CD, la loi de variation de l'induction en fonction du courant.

Le tableau suivant donne quelques-unes des valeurs qu'on peut lire sur ces caractéristiques :

Ampères.	Induction en AB.	Induction en CD.	Différences.
5	12900	8500	4400
6	15200	10000	5200
10	20450	13800	6650
15	22000	15700	6300
20	22650	17000	5650
25	23100	18100	5000

Des mesures toutes semblables, effectuées sur un très bon électro-aimant d'un autre modèle, construit avec du fer remarquablement doux, ont donné des résultats sensiblement identiques aux précédents.

Les différences d'induction que mettent en évidence les courbes de la figure 2 ainsi que le tableau, peuvent être déterminées par un procédé direct : deux spires identiques sont placées l'une en AB, l'autre en CD (*fig.* 1), autour de l'un des noyaux, et connectées en opposition, un fluxmètre étant intercalé dans le circuit ainsi formé. On fait alors varier le courant, avec une vitesse convenable, de zéro à sa valeur maxima, tout en suivant l'aiguille du fluxmètre, dont la déviation donne, à tout instant, la différence cherchée. On constate que celle-ci, d'abord rapidement croissante avec le courant, passe, à 11 ampères, par un maximum de 6700 gauss et ne diminue ensuite que lentement, conservant encore, à 25 ampères, une valeur de 5000 gauss. L'aimantation des pièces polaires demeure ainsi très inférieure à celle de la base des noyaux.

Ces fuites magnétiques, qui, même avec des bobines couvrant entièrement les noyaux, arrivent à dépasser 30 pour 100 du flux entrant par AB, limitent prématurément le champ pratiquement réalisable dans l'entrefer.

Il est manifeste qu'à partir de 10 ampères, le circuit magnétique devient défectueux : l'induction à l'arrière des noyaux atteint alors 20450 gauss; elle est sans doute plus élevée encore sur une certaine longueur à l'intérieur des bobines, et la perméabilité du fer s'abaisse à 60 environ, pour descendre au-dessous de 12 vers 25 ampères. La réluctance de cette partie des noyaux augmente beaucoup, et la caractéristique du champ s'infléchit : à 10 ampères en effet, bien qu'à la base des pièces polaires l'induction ne soit que de 13800 gauss, on aborde la seconde branche, si désavantageuse, de cette caractéristique, et, de 10 à 25 ampères, le champ n'augmente que de 10 pour 100 de sa valeur.

Même à 25 ampères, soit 80000 ampères-tours environ, et pour une puissance de $5^{kw},3$, l'induction, à l'entrée des pièces polaires, n'est que de 18100 gauss; le champ de 36500 gauss qu'on obtient dans ces conditions, c'est-à-dire avec un entrefer de 3^{mm} et pour la position normale des bobines, ne représente donc pas la limite qu'imposerait la saturation.

Si l'on voulait obtenir, à l'avant des noyaux, l'induction de 23000 gauss qu'on réalise à l'arrière avec 25 ampères, on peut estimer, par l'allure des caractéristiques de la figure 2, qu'il faudrait élever le courant à 52 ou 53 ampères, correspondant à une puissance de 23 kilowatts.

On voit qu'aux fortes inductions, seules intéressantes, il se produit, à l'arrière des bobines, une véritable coupure du circuit magnétique, séparant en quelque sorte les noyaux de la culasse, dont le rôle perd ainsi beaucoup de son efficacité. Aussi a-t-on souvent observé que, contrairement à ce qui devrait être, il n'est pas très utile de donner une forte section à cette partie du circuit magnétique. Si même on la supprime, il suffit, aux inductions élevées, d'augmenter de 50 pour 100 le courant magnétisant pour retrouver, à l'entrée des pièces polaires, le même flux qu'auparavant. Rappelons,

à ce sujet, qu'avec deux longs électro-aimants droits, à noyaux de 10^{cm}, placés en regard, M. Ollivier ([1]) a obtenu 30650 gauss dans un entrefer de $2^{mm},85$, entre surfaces frontales de $17^{mm},5$ de diamètre, en ne dépensant que 3406 watts.

Cet entrefer virtuel qui se forme à la base des noyaux se manifeste nettement par les dérivations qu'il provoque : au dessus de 5 ampères, et surtout vers 20 et 25 ampères, une partie du flux des régions polaires rejoint directement la culasse au travers de l'air et des bobines, et l'on constate qu'en EF par exemple (*fig.* 1) le flux est supérieur à celui qui traverse la base AB du noyau, l'écart s'élevant à 8 pour 100 pour 25 ampères.

Il y aurait évidemment tout intérêt à réaliser une distribution des inductions inverse de celle décrite plus haut, et à donner aux pièces polaires une aimantation non plus inférieure, mais supérieure, au contraire, à celle qui existe en arrière.

Il faut pour cela renoncer aux noyaux cylindriques, demeurés classiques depuis l'invention de l'électro-aimant, et reprendre, à un nouveau point de vue, l'idée de M. Weiss ([2]), qui recommandait de donner au circuit magnétique une section décroissante depuis les régions les plus éloignées de l'entrefer, de manière à maintenir la saturation jusqu'aux pôles malgré les fuites.

Mais il convient d'aller plus loin, et de ne pas consommer un grand nombre d'ampères-tours pour saturer, à peu près inutilement, plusieurs décimètres de fer. Il est préférable de faire varier la section des noyaux suivant une loi telle que l'induction soit décroissante à partir de la base des pièces polaires qui, seules, seraient au maximum d'aimantation dans toute leur étendue. Ce mode de construction se rapproche un peu de celui que conseille M. Ollivier ([3]) (saturation des seules surfaces frontales).

On est ainsi conduit à la disposition représentée sommairement figure 3.

Les noyaux sont des troncs de cône relativement courts, portés par des colonnes reposant sur un socle, et de section plus grande à la base qu'au sommet, où le flux est moindre. Un assemblage à chaud, ou à la presse, assurerait un bon joint magnétique.

Le déplacement des colonnes s'effectuerait, individuellement à cause de leur poids, au moyen de deux vis logées dans le socle, avec graissage, sous pression, des surfaces glissantes.

Les enroulements devraient couvrir non seulement les troncs de cône,

---

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. **21**, 1910, p. 289.
([2]) *Journal de Physique*, 4e série, t. **6**, 1907, p. 353.
([3]) Ollivier, *Cours de Physique générale* (Hermann, Paris), t. **1**, 1921, p. 343.

mais aussi une notable partie des pièces polaires, afin de concentrer les ampères-tours vers l'entrefer (¹).

Il y aurait lieu d'utiliser largement le ferro-cobalt, dont M. Weiss (²) a découvert les remarquables propriétés, et aussi d'employer les enroulements à circulation d'eau du même auteur.

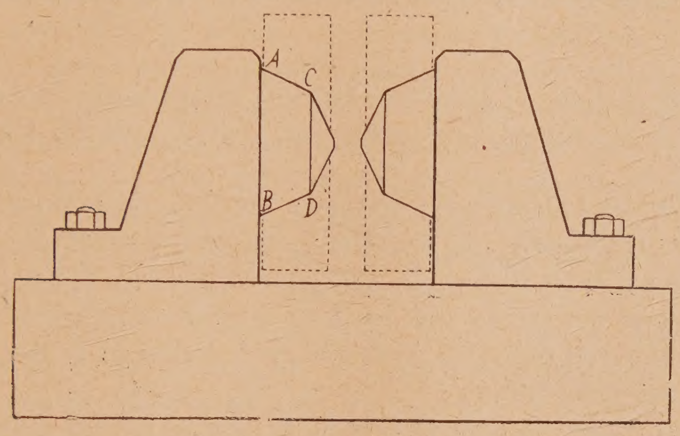


Fig. 3.

Ce mode de construction convient surtout aux électro-aimants de grandes dimensions, pour lesquels il est, en particulier, facile de placer du cuivre sur les cônes polaires.

On serait dans de bonnes conditions en donnant aux pièces polaires un diamètre de 22^{cm} suivant CD.

Le diamètre AB de la base des noyaux est aisé à évaluer avec une approximation suffisante : les fuites, dans le modèle de la figure 1, peuvent atteindre 30 pour 100 du flux traversant AB. Comme elles se produisent par la surface, leur valeur relative sera moindre avec une section plus forte ; elle augmentera par contre en raison de l'aimantation plus élevée des pôles ; il est prudent de conserver le chiffre de 30 pour 100.

Le flux en AB sera, en conséquence, égal à 1,43 fois le flux traversant CD ; si l'on veut, en même temps, que l'induction en AB ne s'élève qu'à 16000 gauss quand on arrive à 23000 en CD, soit un rapport de 1,44, il faut que la section de AB soit celle de CD multipliée par le produit, $1,43 \times 1,44$, des deux rapports précédents, ce qui donne $31^{cm},6$ pour le diamètre cherché. C'est, à peu près, ce que représente la figure 3.

Le socle, et la partie inférieure des colonnes, dont le rôle ici ne sera pas diminué, devront avoir une section plus grande encore, afin de conserver au fer une perméabilité

(¹) Cf. Weiss, *loc. cit.*

(²) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1970.

très élevée, tout en réservant la possibilité de porter à 18000 ou 20000 gauss l'induction à la base des noyaux. On peut admettre 1200^{cm^2}.

Il est difficile d'évaluer le gain que procurerait l'adoption de ce modèle d'électro-aimant ; toutefois, ce gain n'est pas douteux, et, d'autre part, les données qu'on pourrait recueillir sur un tel appareil seraient d'une grande utilité pour le perfectionnement de la technique des champs magnétiques.

GÉOLOGIE. — *La classification du Paléolithique ancien aux points de vue historique et géologique.* Note [1] de M. **Ch. Depéret**.

La division du Paléolithique ancien en *Chelléen*, *Acheuléen* et *Moustérien*, proposée, en 1883, par G. de Mortillet, a été généralement adoptée, malgré une confusion d'ordre historique, sur laquelle je désire appeler l'attention. De plus, il faut remarquer que ces trois termes s'appliquent à des *types d'industries lithiques* successifs, mais non pas à des étages géologiques stratigraphiquement bien définis.

Dans deux Notes, communes avec M. Chaput [2], nous avons déjà tenté une corrélation géologique entre ces industries et les niveaux stratigraphiques d'où elles proviennent, dans les terrasses fluviales quaternaires. Grâce à l'obligeance de M. A. Vayson, possesseur de la magnifique série d'outils paléolithiques recueillis par Commont dans la vallée de la Somme et admirablement classée par cet éminent observateur j'ai pu étudier de près, en compagnie du Dr Lucien Mayet, la succession des types industriels caractéristiques de chaque niveau de *graviers* et de *limons* de la région d'Amiens, et me faire une idée encore plus approfondie des relations de ces industries avec les diverses étapes du creusement de la vallée de la Somme aux temps quaternaires.

1° *Point de vue historique.* — En 1872 [3], G. de Mortillet divisait le Paléolithique ancien en deux termes : *Acheuléen* et *Moustérien*. Le premier de ces noms était tiré des *graviers de la terrasse de Saint-Acheul* (et aussi de

---

(1) Séance du 1er décembre 1924.

(2) Ch. Depéret et E. Chaput, *Sur les faunes et les industries humaines du nord de la France* (*C. R. S. de la Société géologique de France*, n° 9, 19 décembre 1921, p. 125). — *Nouvelles observations sur la corrélation des terrasses fluviales et des industries paléolithiques* (*Ibid.*, n° 7, 7 avril 1924, p. 65).

(3) De Mortillet, *Congrès national d'Anthropologie de Bruxelles*, p. 434, pl. XVII-XVIII.

ceux d'Abbeville) qui constituent une terrasse élevée d'une trentaine de mètres au-dessus de la Somme actuelle.

En 1883, G. de Mortillet, dans la 1[re] édition de son livre *Le Préhistorique*, page 162, proposait de *remplacer* le terme *Acheuléen* par celui de *Chelléen* (de Chelles, vallée de la Marne), station dont l'outillage lui paraissait, très à tort d'ailleurs, plus *pur* que celui de Saint-Acheul. Il est vrai que dans le même ouvrage (p. 254) et par une contradiction manifeste, il *transférait* le nom d'Acheuléen à une industrie de passage entre le Chelléen et le Moustérien, industrie qui se rencontre *non dans les graviers de Saint-Acheul*, mais seulement dans les *limons anciens* superposés à ces graviers.

On serait donc en droit, suivant les règles formelles de la priorité, de revenir au mot « Acheuléen » pour désigner la plus ancienne industrie quaternaire actuellement connue. Mais cette réforme logique n'aurait aucune chance d'être adoptée par les préhistoriens, qui ont, depuis 40 ans, pris l'habitude d'employer l'Acheuléen dans la seconde acception de De Mortillet.

2° *Point de vue stratigraphique.* — La confusion ainsi créée par la double acception donnée à l'Acheuléen est d'autant plus fâcheuse que, géologiquement parlant, *les graviers de Saint-Acheul sont plus anciens que les graviers de Chelles*. Dans les Notes précitées, j'ai montré avec M. Chaput, que les premiers appartiennent aux dépôts fluviatiles de la terrasse de 30^{m} (terrasse rissienne ou tyrrhénienne) tandis que les graviers de Chelles, ou ceux de Montières près Amiens, sont des graviers de bas-niveau, formés dans le fond de la vallée à la fin de la période de creusement qui a suivi la terrasse de 30^{m} et immédiatement précédé le dépôt de la basse terrasse de 18^{m} (terrasse würmienne ou monastirienne). La preuve stratigraphique est ici tout à fait formelle.

Mais l'âge plus récent des graviers de Chelles par rapport à ceux de Saint-Acheul est en outre confirmé par l'étude comparative que j'ai pu faire des deux industries dans la collection Commont (Vayson). L'industrie des graviers de Saint-Acheul est, dans son ensemble, *très archaïque*, contenant un certain nombre d'outils amygdaloïdes (« coups de poing » de De Mortillet) à peine ébauchés par grands éclats, auxquels Commont avait appliqué, non sans raison, le nom d'outils *préchelléens* ([1]).

Ils sont accompagnés d'amygdaloïdes frustes, à pointe étroite et allongée

---

([1]) COMMONT, *Les industries de l'ancien Saint-Acheul* (*L'Anthropologie*, t. 8, 1908, p. 527, fig. 8-14).

— « ficrons » — et de quelques « limandes » ovoïdes, épaisses et grossièrement taillées ([1]).

On y trouve aussi en abondance des éclats plus ou moins retouchés, bien figurés par Commont ([2]) et M. Vayson ([3]), affectant la forme de racloirs, de perçoirs, de pointes... de *type moustérien*. C'est ce dernier outillage qui avait fait regarder, à tort, la station de Saint-Acheul comme une station de mélange, par G. de Mortillet.

L'outillage des graviers de Chelles, dont j'ai vu, chez M. Vayson, une belle série et qui est répandu dans tous les musées, est, dans l'ensemble, *plus affiné* que celui de Saint-Acheul : les amygdaloïdes (ou « coups de poing ») affectent souvent des formes ovalaires, à faces travaillées avec soin ; les limandes sont plus minces, plus finement dégagées; enfin on y voit une série d'éclats retouchés du plus beau type moustérien, déjà cités à Saint-Acheul. La différence industrielle des deux niveaux n'est pas fondamentale, mais néanmoins très réelle.

Dans la basse terrasse de 18^{m}, de Moutieres-lès-Amiens, Commont avait découvert à la base des graviers inférieurs un niveau d'amygdaloïdes d'allure nettement chelléenne ([4]), puis, un peu plus haut, un outillage assez particulier, où abondent de grands amydaloïdes allongés, à talon souvent réservé, très pointus, aplatis dans le voisinage du sommet, avec une face souvent presque plane ([5]).

Ces outils y sont accompagnés d'éclats et de lames retouchées d'aspect moustérien. Commont donne à ce niveau le nom de *Chelléen évolué*. On pourrait y voir tout aussi bien une industrie de passage à l'Acheuléen.

Quant à l'outillage acheuléen — dans le sens actuel de ce nom — formé d'outils amygdaloïdes aplatis et de limandes très minces, très finement façonnées, on le rencontre surtout dans les limons anciens de Saint-Acheul (« atelier paléolithique » de Commont); mais sa véritable place stratigraphique est vers le milieu de la basse terrasse de 18^{m}-20^{m}, notamment au sommet des graviers blancs de Chelles et dans la basse terrasse de Mautort et de Thennes, comme l'a bien indiqué Commont.

([1]) *Loc. cit.*, fig. 28-33.

([2]) *Ibid.*, fig. 34-56.

([3]) VAYSON, *La plus ancienne industrie de Saint-Acheul* (*L'Anthropologie*, t. 20, 1920, p, 441, pl. X et XI).

([4]) COMMONT, *Évolution de l'industrie chelléenne dans les alluvions fluviatiles de la vallée de la Somme*, 1910, fig. 5-7.

([5]) *Ibid.*, fig. 2-4.

Les faunes de Mammifères marquent également une différence d'âge entre le niveau de Saint-Acheul et celui de Chelles. L'un et l'autre sont caractérisés par une *faune chaude* avec quelques éléments communs : l'*Elephas antiquus*, le *Rhinoceros Mercki*, l'Hippopotame. Il faut remarquer que les molaires d'*E. antiquus* de Chelles sont de très grandes dimensions, indiquant une mutation géante, par conséquent récente, du rameau en voie d'extinction. En outre, la belle faune décrite par Commont [1] dans la terrasse de 30ᵐ d'Abbeville (carrière Carpentier) contient quelques espèces à affinités plus anciennes, telles qu'un *Rhinoceros* voisin de l'*etruscus*, un Cheval se rapprochant de l'*Equus Stenonis*, un Cerf voisin du *Cervus solhilacus*, le *Machairodus latidens*. Ces formes anciennes n'ont pas été trouvées jusqu'ici dans les graviers de Chelles ni de Montières et accusent une certaine différence d'âge entre les formations renfermant l'une et l'autre faune.

Conclusions. — La conclusion principale qui se dégage de l'exposé qui précède est la nécessité de détacher du *Chelléen* un étage paléolithique plus ancien que les graviers de Chelles, étage à industrie et à faune plus archaïques, dont le type doit être pris dans les graviers fluviatiles de la terrasse de 30ᵐ de Saint-Acheul et d'Abbeville.

A défaut du nom d'*Acheuléen*, malheureusement détourné aujourd'hui de son sens primitif, il me paraît possible d'appliquer à cet étage le nom de *Préchelléen*, employé par Commont pour désigner les outils les plus grossiers de Saint-Acheul, et d'une manière encore plus géologique, tout l'outillage très archaïque de la terrasse d'Abbeville [2].

On peut, sans inconvénient, étendre le nom de *Préchelléen* à l'ensemble des graviers de la terrasse de 30ᵐ non seulement de la vallée de la Somme, mais encore d'autres grandes vallées fluviales de France et de l'étranger.

---

(1) COMMONT, *Les gisements paléolithiques d'Abbeville* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. 29, 1910, p. 249).

(2) COMMONT, *Les gisements paléolithiques d'Abbeville*, tableau final (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. 29, 1910, p. 292).

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Nouvelles découvertes dans le gisement préhistorique de Solutré (Saône-et-Loire).* Note [1] de MM. **Ch. Depéret, Fabien Arcelin** et **Lucien Mayet.**

Dans une Note antérieure [2] nous avons indiqué les résultats des recherches poursuivies en 1923 dans le gisement préhistorique de Solutré par notre Association régionale de paléontologie humaine. Ces résultats peuvent être résumés ainsi :

1° Découverte de trois squelettes complets — une femme, deux hommes — d'âge aurignacien, trouvés à une petite profondeur au-dessous de la couche intacte à ossements de chevaux, dite *magma de cheval*, dont l'âge aurignacien supérieur est bien établi par l'outillage lithique qu'elle renferme.

2° Intention de sépulture démontrée par l'alignement rigoureusement Est-Ouest des squelettes, la tête regardant le soleil levant; par la présence de deux dalles un peu au-dessus et en arrière de la tête de chaque corps; enfin, par le fait qu'un de ceux-ci avait été brûlé en partie, dans un foyer contenant des silex aurignaciens.

3° Apport de documents d'une incontestable valeur pour la connaissance des Hommes de l'époque aurignacienne, nos trois squelettes étant à rapporter au groupe des Cro-Magnons, mais témoignant de notables variations dans ce type humain quaternaire.

Nous avons, cette année, repris les fouilles en août-septembre derniers. Elles ont permis de réaliser des découvertes aussi intéressantes que celles de 1923.

En continuant vers l'Ouest la tranchée de nos trois premiers squelettes, nous avons retrouvé le magma de cheval, épais, compact et intact. Immédiatement au-dessous, apparut un quatrième squelette, squelette d'homme dont l'âge aurignacien était affirmé non seulement par sa situation stratigraphique, mais aussi par l'outillage de pierre taillée identique à celui qui accompagnait les squelettes masculins n° 2 et n° 3 : burins sur angle de lame tronquée, burins à deux pans, lames et pointes à dos rabattu, pointe pseudo-moustérienne, grattoir épais portant à l'autre extrémité un burin à deux pans, etc. Trois dalles calcaires dressées étaient au niveau de la tête. Les

[1] Séance du 8 décembre 1924.

[2] *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 618.

jambes avaient été tronçonnées et détruites par une fouille étroite de l'abbé Ducrost, en 1873, que notre tranchée a recoupée.

Les quatre premiers squelettes aurignaciens étaient sensiblement équidistants, séparés par un intervalle de $1^{m},50$ à 2^{m}. Ce même intervalle franchi après le squelette n° 4 permit d'aborder l'extrémité inférieure d'un cinquième squelette. C'était celui d'une jeune femme, gisant non plus au-dessous de la couche à ossements de chevaux, mais dans l'épaisseur même de cette couche, sans trace de remaniement. Il était évident que le corps avait été inhumé pendant la période de formation du magma de cheval, lequel n'est autre chose qu'un amas de débris de cuisine des Aurignaciens chasseurs et mangeurs de chevaux. Aucune dalle ne marquait l'emplacement de cette sépulture n° 5.

L'intention de sépulture de nos deux nouveaux squelettes se trouve attestée par les constatations suivantes : 1°. Ces deux squelettes continuaient d'une manière rigoureuse l'alignement Est-Ouest de ceux découverts en 1923, avec la face regardant également à l'Est.

2° Le sujet féminin découvert en 1924 n'avait aucune dalle de pierre au niveau de la tête. Par contre, le sujet masculin n° 4 avait deux dalles placées de champ sur les côtés de la tête et, en outre, une troisième dalle perpendiculaire aux deux autres en arrière du crâne. Il y avait donc dans le rite funéraire aurignacien de légères variations dont la signification nous échappe. Les résultats de 1924 viennent donc confirmer et étendre ceux de 1923 sur ce point important des sépultures de l'époque aurignacienne.

L'étude anthropologique détaillée des squelettes précédents sera publiée ultérieurement par l'un de nous. Du moins, pouvons-nous indiquer, dès maintenant, qu'ils se présentent avec les caractéristiques suivantes :

N° 4. Homme d'une quarantaine d'années, ayant une taille d'environ $1^{m},67$-$1^{m},70$, dolichocéphale tendant à la brachycéphalie, mais moins que les hommes n° 2 et n° 3 (indice céphalique : 77,89), à crâne relativement élevé (hauteur auriculo-bregmatique : 123^{mm}) à face large, basse, aux pommettes proéminentes avec orbites quadrangulaires, basses (30^{mm}) élargies transversalement (43^{mm} et 41^{mm}) donnant un indice orbitaire de 69,7 à gauche où l'orbite est intacte.

N° 5. Femme d'une trentaine d'années. Même taille que le squelette féminin n° 1 : $1^{m},53$ à $1^{m},55$ environ. Indice céphalique traduisant une tendance nette vers la brachycéphalie : 83,24. Face très large et très basse (hauteur nasio-alvéolaire : 66^{mm}). Orbites de forme ovalaire-oblique, mésosèmes (indice : 86,5). Nez large. Mandibule remarquablement haute et robuste.

Il y a une frappante ressemblance entre ce squelette féminin qui terminait la série aurignacienne et le squelette féminin qui la commençait.

Dans nombre de groupes ethniques, les femmes sont de petite taille et les hommes de grande taille : pareil fait n'est donc pas pour nous surprendre ici. Nous n'abandonnons pas cependant l'hypothèse de femmes provenant d'un groupe ethnique différent, plus ou moins éloigné morphologiquement des Cro-Magnons.

Nos fouilles de 1924 nous ont encore donné des résultats tout à fait intéressants sur les époques post-paléolithiques. Contrairement à nos espérances, nous n'avons rencontré au-dessus de la couche à ossements de chevaux, aucune trace d'habitat solutréen ou magdalénien. En fait, les Solutréens ont campé surtout en dehors de l'emplacement du Crot-du-Charnier et sur une très petite étendue seulement de celui-ci. Les Magdaléniens ne stationnèrent un certain temps que sur quelques centaines de mètres carrés, tandis que l'habitat des Aurignaciens dépassait un hectare. Plus tard, vers la partie nord-ouest du Crot, les Néolithiques, les Gallo-Romains, les Barbares, s'installèrent à leur tour. Ces divers niveaux sont régulièrement superposés sans mélange ni déplacement quelconque des couches de l'éboulis.

C'est ainsi que dans une couche d'éboulis de couleur ferrugineuse de $0^{m},70$ d'épaisseur, immédiatement superposée à la couche à ossements de chevaux, nous avons dégagé un squelette masculin d'un type très différent de celui des Aurignaciens : dolichocéphale de type Nordique, d'âge vraisemblablement néolithique. Des fragments de poterie grossière en contact avec les ossements indiquent bien qu'il ne s'agissait pas là d'un homme paléolithique. Ce malheureux était atteint d'une maladie exceptionnelle aujourd'hui : un rhumatisme vertébral cervical chronique qui avait soudé les vertèbres du cou par une série de travées osseuses.

Plus haut encore dans notre tranchée, au-dessus de l'éboulis ferrugineux, se trouvait une couche d'éboulis meuble, noirâtre, parsemé de tessons de poteries de facture variée, épaisse de près de 1^{m} en moyenne. Là, nous avons recueilli divers squelettes, peu ou pas fossilisés ; l'un d'eux, d'une adolescente, était formellement daté par une boucle d'oreille à chaton polyédrique (époque carolingienne ou précarolingienne) sur laquelle notre excellent confrère, M. Léon Coutil, a bien voulu nous donner tous les renseignements nécessaires.

Enfin, tout à fait en haut du Crot-du-Charnier, au sommet d'un monticule qui dominait de 12^{m} le fond de notre tranchée, le professeur George Grant MacCurdy, de New-Haven (États-Unis), et ses

élèves de l'École américaine de recherches préhistoriques, cordialement invités par nous, ont mis au jour plusieurs sépultures en série disposées parallèlement, d'un âge assez récent, se plaçant entre le IV[e] et le VIII[e] siècle de notre ère, plus probablement à l'époque barbare. Deux tombes avec parois en dalles brutes —, rappelant les sépultures à cistes par ce coffrage de pierres plates posées de champ —, dégagées à proximité des précédentes, une fibule et un anneau de bronze de type relativement récent, viennent appuyer l'hypothèse de cet âge.

Il résulte de notre campagne de fouilles de cette année à Solutré la mise en évidence, avec une parfaite netteté, d'une superposition régulière, au Crot-du-Charnier, d'une série de niveaux renfermant des sépultures s'échelonnant de l'époque aurignacienne jusqu'à des temps historiques assez récents. L'un de nos résultats les plus importants a été de constater d'une manière définitive l'absence totale de remaniements et de mélanges invoqués trop longtemps pour discréditer la station préhistorique de Solutré et les recherches de nos prédécesseurs.

Tout au plus avons-nous observé, dans la région Sud-Ouest du Crot-du-Charnier, un affaissement d'ensemble du terrain manifesté par une disposition légèrement synclinale des couches d'éboulis dans le sens Est-Ouest, mais sans troubler la parfaite régularité de la succession des niveaux — laquelle reste évidente si l'on a soin de pratiquer les fouilles sur une grande largeur et avec la méthode rigoureuse qui s'impose dans les recherches stratigraphiques.

Nous voudrions, en terminant, dire quelques mots des Hommes de l'époque solutréenne que nous n'avons pas eu la bonne fortune de rencontrer jusqu'ici et que personne n'a pu décrire nulle part avec certitude.

Dans la nombreuse série de crânes — récents pour la plupart trouvés à Solutré et conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Lyon — nous avons recherché ceux qui se rapprochaient morphologiquement du type quaternaire que nous avons mis en évidence. Nous avons pu mettre à part — avec l'aimable autorisation de M. Cl. Gaillard, directeur du Muséum —, les deux crânes figurés dans le Mémoire de l'abbé Ducrost et du D[r] Lortet (1). L'un de ces crânes appartenait au squelette masculin mis au jour par un nommé Bulland, qui exploitait comme engrais phosphaté les ossements de chevaux fossiles de Solutré, en 1869. L'abbé Ducrost qui surveillait son travail, dégagea le squelette, dans un foyer entouré d'un cercle de pierres volumineuses (qui n'étaient vraisemblablement que les supports d'une

(1) *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, t. 1, 1872, pl. I.

hutte). Autour de lui, on avait recueilli de belles armatures foliacées solutréennes figurées également par Ducrost et Lortet.

Ce crâne, dont il manque une partie, a pu être restauré partiellement par l'un de nous. Il est d'un type très différent des Aurignaciens : indice céphalique = 74,4, faible hauteur (H. auriculo-bregmatique = 112^{mm}), orbites arrondies (indice orbitaire = 82,5; nez large et pas très allongé; face massive, basse, relativement large; mandibule moyennement haute, mais exceptionnellement épaisse et robuste, ne mesurant pas moins de 107^{mm} pour son diamètre bigoniaque et donnant un aspect très particulier à l'ensemble de la tête osseuse.

Il semble que l'âge solutréen de ce crâne soit acquis ou tout au moins très probable. Dans tous les cas, il diffère absolument des crânes aurignaciens. Nous espérons que nos fouilles des années à venir permettront de découvrir d'autres documents de même âge paléontologique, qui confirmeraient, par leurs caractères morphologiques, l'âge de celui que nous signalons aujourd'hui comme très vraisemblablement Solutréen.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le surcreusement fluvial. Exemple du Rio Uruguay.* Note de M. **Maurice Lugeon.**

Lors des premières études exécutées de 1909 à 1911, sur le haut Rhône français, pour déterminer l'implantation du barrage projeté à Génissiat, des sondages nous avaient permis de reconnaître une contre-pente rocheuse de $6^m,91$ sur une distance d'environ 600^m mesurés sur l'axe du fleuve. Nous faisions remarquer l'analogie que présentait ce phénomène avec celui du surcreusement glaciaire, toute proportion gardée. L'eau, comme la glace, pouvait localement creuser son lit d'écoulement selon des surfaces inversement inclinées à la ligne de courant [1].

Dans notre Mémoire, publié en 1912, sur nos études géologiques concernant le fameux projet, nous prenions comme règle que lorsque la veine liquide se contracte en largeur, l'érosion est proportionnellement plus profonde et que la contraction dépend de l'inégalité de résistance aux mouvements tourbillonnaires d'une ou plusieurs couches [2].

---

[1] *Sur une inversion locale de pente du lit rocheux du Rhône, en aval de Bellegarde* (Ain) (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1796).

[2] *Étude géologique sur le projet de barrage du haut Rhône français à Génissiat* (*Mém. de la Société géologique de France*, 4e série, t. 2, 1912, 136 pages, 31 figures, 7 planches).

En 1918, quand furent exécutés les travaux de fondation du barrage du Fier (Haute-Savoie), une semblable contre-pente était admirablement visible entre les deux gigantesques batardeaux. Le phénomène a été photographié et décrit par M. W. Kilian [1].

Il devenait évident que ce phénomène des « contre-pentes » devait être de règle générale pour tous les cours d'eau. Connu, il n'a cependant pas attiré l'attention qu'il mérite.

Appelé, dans le cours de l'hiver 1923-1924, à une étude du Rio Uruguay, j'ai pu examiner le fleuve sur une étendue d'environ 750^{km}, de sa confluence avec le Parana jusqu'à Santo Tomé. Avec l'aide de profils en long et en travers, levés, sur de très grandes étendues et avec un soin digne des plus grands éloges, par les ingénieurs hydrographes du Ministère des Travaux publics de la République Argentine, il est possible de montrer que les *contre-pentes rocheuses constituent un phénomène normal du profil longitudinal du fleuve*.

Le Rio Uruguay s'écoule au milieu d'un pays très adouci possédant une faible pente moyenne.

Entre Barra-Conception, à 880^{km} de son embouchure, la cote de ses eaux d'étiage est de $56^{m},023$ et celle des crues extraordinaires à $73^{m},824$, ce qui représente respectivement les pentes de $\frac{6,39}{00\,000}$ à $\frac{8,3}{100\,000}$.

Le profil en long peut être subdivisé en deux sections : le bas Uruguay, navigable jusqu'aux villes qui se font face de Salto et de Concordia, et le haut Uruguay, séparé de l'inférieur par les imposants et célèbres rapides de Salto-Grande qui, sur une longueur de $2^{km},5$, font chuter, aux basses eaux, le fleuve de la cote $9^{m},91$ à celle de $4^{m},84$.

Dans la partie amont du bas Rio Uruguay et dans tout le haut fleuve, le territoire qu'il traverse est constitué par des grès appartenant à la série de Gondwana, dans lesquels s'intercalent de vastes coulées de mélaphyres. Il y a donc une succession alternante de couches tendres et dures.

A presque chaque passage du fleuve sur une coulée de vieux basalte se présentent des écueils (Restingares) ou des hauts fonds, alors que dans la région des grès les profondeurs augmentent dans des proportions souvent impressionnantes.

Une série de ces ombilics ont été révélés par les sondages. Nous ne pouvons en citer que les principaux.

---

(1) W. Kilian, *Sur l'existence de « contre-pentes » dans le profil en long du Fier près de Seyssel* (Haute-Savoie) (*C. R. sommaires Soc. géol. de France*, 4e série, t. **18**, 1918, p. 76).

Kilométrage du haut Uruguay.	Cote étiage.	Profondeur ombilic.	Cote absolue du fond de l'ombilic.
490	49	30	+19
459	47	22	+25
438 (Alvear)	41	24,5	+17,5
301,5 »	40,7	24	+16,7
171 (amont Casero)	33,4	11,7	+21,7
106 »	29,45	17,5	+11,95
37 (Herrera)	16,50	14,0	+ 2,50
24,5 (Salto Grande)	7	27,5	—20,5
11 (Salto Chico)	3,70	10,5	— 6,8
1 (Concordia)	0,80	19,7	—18,9
Kilométrage du bas Uruguay.			
313 (S/Hervidero)	0,20	15	—14,80

Parmi ces ombilics, les quatre derniers ne manquent pas d'être impressionnants puisqu'ils montrent *un fond rocheux au-dessous du niveau moyen de la mer* (zéro du marégraphe de Riachuelo de Buenos-Aires). L'ombilic de Salto Grande est entièrement dans le mélaphyre et il en est probablement de même pour ceux des kilométrages 1 et 2.

L'ombilic de Salto Grande a été étudié en grands détails. Des milliers de sondages ont été exécutés pour déterminer le plancher rocheux et c'est là un travail de patience et de précision qui fait le plus grand honneur aux ingénieurs argentins.

Nous nous sommes demandé si ces ombilics extraordinaires n'étaient pas les reliques d'anciens creux du bas de cataractes disparues. On pourrait le supposer pour Salto Grande, mais le rétrécissement de Rio au passage du creux montre bien qu'il s'agit de l'effet de la veine liquide contractée sur elle-même. Ailleurs, puisque les dépressions sont dans les parties tendres, l'hypothèse de la cataracte est inadmissible, d'autant que, s'il s'agissait de creux fossiles, pour ainsi dire, ils devraient être remplis par de l'alluvion. On ne peut également les expliquer par des mouvements du sol.

Ces ombilics sont au contraire en pleine activité de travail. Ils sont bien le résultat de l'érosion normale du lit rocheux fluvial et les formes qui en découlent présentent une analogie frappante avec celles dues au surcreusement glaciaire, toutes proportions gardées en grandeur, mais toutefois avec une ressemblance relative étonnante. Sur 1000^{m} de glace au-dessus du plancher moyen d'une vallée, le surcreusement glaciaire peut dépasser 300^{m}.

Ici, sous une couche d'eau qui, en crue, peut avoir des épaisseurs de 5^m à 13^m sur le niveau d'étiage, ce surcreusement arriverait jusqu'à $27^m,5$.

En proportion, le surcreusement fluvial est plus considérable que le surcreusement glaciaire.

BOTANIQUE. — *Sur le curieux développement d'une Algue phéosporée*, Castagnea Zosteræ *Thuret.* Note [1] de M. C. SAUVAGEAU.

Chaque année, le *Castagnea Zosteræ* apparaît en abondance, aux environs de Cherbourg, sur les feuilles du *Zostera marina*, vers la fin de juin et disparaît au début de septembre. C'est une plante cylindrique, simple ou peu ramifiée, large de 1^{mm} au plus et longue de 10^{cm} à 20^{cm}, fixée par un disque étroit facile à confondre avec celui de l'*Ascocyclus orbicularis* où elle s'insère fréquemment. Chaque cellule des filaments périphériques renferme plusieurs chromatophores discoïdes. On ignore comment il passe le reste de l'année et d'où viennent les germes qui l'ensemencent au début de la saison, d'autant plus que le *Zostera* renouvelle ses feuilles dans l'intervalle.

Grâce aux obligeants envois de M. Corbière et de Mlle Doublet, j'ai réalisé des cultures à Guéthary en 1921, 1923 et 1924 avec des résultats concordants et tout à fait nouveaux dans l'histoire des Algues; toutefois, c'est seulement en 1924 que j'ai réussi des cultures avec exclusivement l'une ou l'autre sorte d'organes reproducteurs, ce qui éloignait toute cause d'erreur d'interprétation [2]. Les zoospores, les plantules et le cycle de leur développement sont les mêmes pour les sporanges uniloculaires que pour les sporanges pluriloculaires, à moins que des différences existent dans les caractères cytologiques, ce que je n'ai pas étudié.

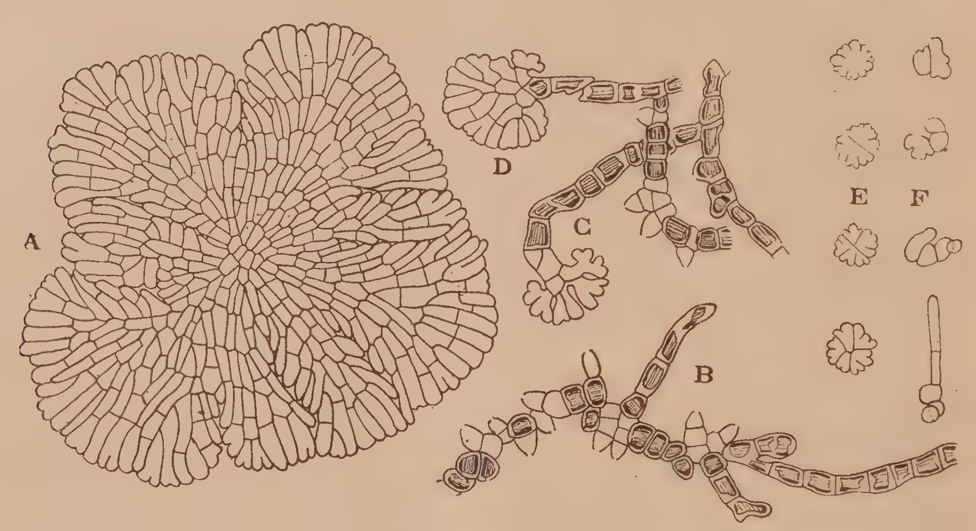
Les zoospores de grosseur moyenne, peu motiles, munies de cinq chromatophores et d'un point rouge, se fixent en embryospores arrondies de 9^{μ}. Puis intervient une différence dans le mode de germination; elle est indépendante des circonstances extérieures, car on la constate en tous les points d'une même goutte d'eau.

Grâce à de lentes déformations amiboïdes, la plupart des embryospores, une à deux heures après la déhiscence, ont une forme étoilée comme celle

(1) Séance du 8 décembre 1924.

(2) Pour les cultures en cellule, voir SAUVAGEAU, *Recherches sur les Laminaires des côtes de France* (*Mém. de l'Acad. des Sc.*, t. 56, 1918, p. 17).

des mégaspores du *Myrionema vulgare* [1]; après 24 heures, le nombre des chromatophores et celui des culs-de-sac périphériques ont doublé. Puis des cloisons apparaissent, les culs-de-sac s'allongent radialement, et la plantule devient un disque monostromatique fermement adhérent. La figure A représente un disque, de dimensions moyennes, d'une culture âgée



Castagnea Zosteræ Thur. — Culture âgée de 18 jours (20 août au 6 septembre). — A, plantule discoïde encore stérile; B, plantule ectocarpoïde fertile; C, D, portions de plantules ectocarpoïdes produisant un disque adventif; A à D, proviennent de la déhiscence de sporanges de la plante adulte. — E et F, futures plantules discoïdes et ectocarpoïdes de seconde génération, provenant des sporanges de filaments tels que B, C, D, et fixées sur la même lame de verre. (Gross. 375.)

de 18 jours (20 août au 6 septembre); d'autres disques étaient pilifères [2]. D'autres embryospores, dont le pourcentage varie selon les cultures, restent arrondies, puis germent en un filament monosiphonié ectocarpoïde [3], simple ou ramifié, infléchi, flexueux, à peine adhérent par sa base, renfermant un seul chromatophore dans chaque cellule, qui produit bientôt des sporanges pluriloculaires cylindro-coniques. La plantule B, du même âge

---

(1) C. Sauvageau, *Sur quelques Myrionémacées* (*Ann. Sc. nat.*, 8e série, t. 5, 1898, p. 60, fig. 10).

(2) Ces disques, plus ou moins lobés, comme s'ils étaient constitués par des rayons flabellés, n'ont pas la régularité d'un *Coleochæte* ou d'un *Myrionema;* ceux d'autres *Castagnea* sont parfaitement réguliers.

(3) Ce mot étant pris dans un sens très général; les filaments ressemblent plus à un *Streblonema* (C. Sauvageau, *Note préliminaire sur les Algues du golfe de Gascogne*, 1897, p. 43) qu'à un *Ectocarpus*.

que le disque A, a été choisie parmi les plus simples. Je n'ai pas vu les zoospores; elles fournissent aussi des disques ou des filaments, et les plantules E, F, de seconde génération, ont été choisies sur la même lame de culture que A et B. Les filaments ectocarpoïdes constituent donc un mode rapide et efficace de dissémination ; leur fructification précoce rappelle les faits de prosporie signalés par Kuckuck ([1]).

Cependant, des dispositions intermédiaires entre les disques, comme A, et les filaments, comme B, expliquent ces cas extrêmes. Ainsi, un ou deux rayons d'embryospores étalées en étoile, ou de plantules discoïdes déjà cloisonnées, grossissent notablement, au détriment des autres rayons, et s'allongent en filaments ectocarpoïdes. D'autre part, ces filaments, étant infléchis, touchent parfois le support en un ou quelques points d'où ils émettent un disque adventif adhérent, de même forme que A, qui persistera après la dislocation ou la disparition du filament épuisé par la fructification; les figures C et D en montrent le début.

Enfin, sur des disques semblables à A, ou plus jeunes ou plus âgés, une cellule, en apparence quelconque, se dresse, puis s'allonge en filament ectocarpoïde identique aux précédents, fertile et éphémère comme eux. Cette dernière disposition, naturellement plus tardive que les précédentes, me paraît s'interpréter comme le développement normal du *C. Zosteræ*. En théorie, toutes les zoospores nées sur la plante adulte devraient produire un disque, et tous les disques devraient produire, tôt ou tard, au moins un filament ectocarpoïde éphémère et fertile. Le disque en serait le support plus durable et la nourrice. Si un filament se développe sur un disque minuscule, ou même à peine caractérisé, plus encore s'il provient directement de l'allongement d'une embryospore arrondie, c'est par suite d'une de ces accélérations du développement embryonnaire groupées par Perrier et Gravier sous le nom de tachygénèse ([2]).

Dans les cultures plus âgées (20 août au 1er octobre), des filaments ectocarpoïdes, nés directement ou sur les disques, ont disparu, d'autres continuent à croître, leurs sporanges sont souvent plus longs et j'y ai compté jusqu'à dix logettes superposées. D'ailleurs il est probable que, dans la nature, ces filaments exposés aux mouvements de l'eau et à l'action des animaux se détachent, car ils adhèrent fort mal au support, où se

([1]) P. Kuckuck, *Ueber Zwerggenerationen bei* Pogotrichum (*Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch.*, t. 35, 1917, p. 557).

([2]) Ed. Perrier et Ch. Gravier, *La tachygénèse ou accélération embryonnaire* (*Ann. Sc. nat.*, 8e série, t. 16, 1902, p. 1).

disloquent, à cause des solutions de continuité dues à la déhiscence des sporanges intercalaires. L'intérêt principal de la culture se reporte désormais sur les disques. Que ceux-ci soient pilifères ou non, qu'ils aient émis ou non un filament ectocarpoïde, des sporanges pluriloculaires à logettes unisériées se dressent à leur surface.

Je n'ai pas examiné les cultures entre le 1er octobre et le 12 novembre. Dans l'intervalle, le développement des disques, qui avait été rapide en septembre, s'est ensuite ralenti ; ils se sont peu étendus, mais beaucoup de sporanges ont déhiscé. Sur les disques petits et isolés, les sporanges sont rapprochés, comme dans un *Myrionema ;* sur les grands, isolés ou coalescents, ils sont disposés en îlots comme dans un *Chilionema ;* leurs zoospores ont fourni de nouveaux disques et un moindre nombre de filaments ectocarpoïdes de deuxième génération ; les uns et les autres étaient encore stériles le 12 novembre (1).

Cependant la plupart des disques de première génération, d'abord fermement adhérents, se détachent maintenant très facilement, par décollement de leurs bords ou à la suite de plissements radiaux. S'il en était de même dans la nature, ils se sépareraient du support avant d'avoir terminé leur fructification.

Les filaments ectocarpoïdes de deuxième génération seront vraisemblablement éphémères comme ceux de première ; si mes cultures se conservent en bon état pendant l'hiver, elles apprendront si les disques de deuxième génération produisent encore des sporanges, pour la multiplication de la plante, ou s'ils engendrent des filaments dressés, dont la coalescence constituera le vrai *C. Zosteræ.*

M. **Émile Borel** fait hommage à l'Académie de l'ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : *Principes d'Algèbre et d'Analyse* et s'exprime en ces termes :

La Bibliothèque d'éducation scientifique, dont cet ouvrage est le premier volume, se propose de faire l'éducation scientifique de tous ceux qui ont du goût pour les sciences et qui n'ont pu faire des études scientifiques

---

(1) La fertilité précoce des filaments de première génération permet d'obtenir sans mélange le produit de la germination de leurs zoospores ; en passant un pinceau fin sur les cultures, on enlève à la fois les Diatomées et les filaments, et l'on conserve les disques ; toutes les zoospores de la culture proviennent alors de ceux-ci.

complètes. Indépendamment de toute préoccupation de concours ou d'examens, nous chercherons à faciliter, par cette éducation scientifique sérieuse, la compréhension des ouvrages techniques ou de vulgarisation élevée, chaque jour plus nombreux, mais dont la lecture, pour être profitable, suppose une initiation préalable aux principes fondamentaux de la science.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

A. Thooris. *La vie par le stade*. Préface de M. Lejars. (Présenté par M. d'Arsonval.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques familles complexes particulières.* Note de M. **Paul Montel**.

1. Soient

$$f = a_0 + a_1 z + \ldots,$$
$$g = b_0 + b_1 z + \ldots,$$
$$h = c_0 + c_1 z + \ldots$$

trois fonctions de la variable complexe z, holomorphes pour $|z| < R$. Posons

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} 1 & a_0 & a_0^2 \\ 1 & b_0 & b_0^2 \\ 1 & c_0 & c_0^2 \end{vmatrix}, \qquad \Delta_n = \begin{vmatrix} 1 & a_0 & a_n \\ 1 & b_0 & b_n \\ 1 & c_0 & c_n \end{vmatrix} \qquad (n = 1, 2, \ldots).$$

Nous pouvons énoncer la proposition suivante :

Théorème. — *Si les équations*

$$(1) \qquad f - g = 0, \qquad g - h = 0, \qquad h - f = 0$$

n'ont pas de racines pour $|z| < R$, *on a*

$$R \leq \frac{2Q}{\pi} \left| \frac{\Delta_0}{\Delta_1} \right|,$$

lorsque Δ_1 *est différent de zéro.*

Dans l'inégalité précédente, Q désigne l'aire du parallélogramme des

périodes de la fonction elliptique de Weierstrass attachée au polynome du troisième degré dont les racines sont a_0, b_0, c_0.

Lorsque Δ_1 est nul, la formule doit être remplacée par la suivante :

$$R \leq \sqrt[n]{\frac{2Q}{\pi}\left|\frac{\Delta_0}{\Delta_n}\right|},$$

en supposant

$$\Delta_1 = \Delta_2 = \ldots = \Delta_{n-1} = 0 \quad \text{et} \quad \Delta_n \neq 0.$$

Au lieu de fixer les valeurs de a_0, b_0, c_0, a_1, b_1, c_1, on peut aussi se donner les valeurs

$$f(0) = a_0, \qquad g(0) = b_0, \qquad h(0) = c_0$$

et les valeurs

$$f(z_0) = a'_0, \qquad g(z_0) = b'_0, \qquad h(z_0) = c'_0 \qquad (z_0 \neq 0),$$

avec la condition

$$(a'_0,\, b'_0,\, c'_0,\, \infty) \neq (a_0,\, b_0,\, c_0,\, \infty);$$

on trouve encore pour R une limite supérieure qui ne dépend que des six nombres a_0, a'_0, b_0, b'_0, c_0, c'_0.

2. Considérons une famille complexe de fonctions f, g, h, telles que les nombres a_0, b_0, c_0 soient fixes et que les équations (1) n'aient pas de racines dans le cercle $|z| < R$ où ces fonctions sont holomorphes.

Si les g et les h forment des familles normales, les f forment aussi une famille normale et l'on a

$$|f| \leq \Omega(a_0, b_0, c_0, \theta), \qquad |z| \leq \theta R, \qquad 0 < \theta < 1,$$

Ω étant un nombre positif, fonction de a_0, b_0, c_0, θ et dépendant des caractères qui rendent normales les familles des g et des h.

Le même résultat subsiste si l'on suppose seulement que les équations

$$f - g = 0, \qquad f - h = 0$$

n'aient pas de racines pour $|z| < R$ et que $g - h$ ou l'une de ses dérivées soit différente de zéro en un point donné ; on prendra par exemple

$$b_0 - c_0 \neq 0 \quad \text{ou} \quad b_n - c_n \neq 0.$$

Supposons en particulier que l'on ait

$$|g| < M, \qquad |h| < M$$

pour $|z| < R$, avec la condition $b_0 - c_0 \neq 0$; pour $|z| \leq \theta R$, la fonction f

vérifiera l'inégalité

$$|f| < \Omega(\theta, \mathrm{M}, a_0 - c_0, b_0 - c_0).$$

Dans le cas où la fonction h est identiquement nulle; nous retrouvons un théorème établi récemment par M. Valiron ([1]).

On obtient des résultats analogues en supposant que les équations

$$f - g = 0, \qquad f - h = 0$$

aient respectivement p et q racines au plus $(p \leq q)$ et en fixant par exemple les $p+1$ premiers coefficients $a_0, a_1, \ldots, a_p$ de la fonction f.

3. Soient quatre fonctions

$$\begin{aligned} f &= a_0 + a_1 z + \ldots, \\ g &= b_0 + b_1 z + \ldots, \\ h &= c_0 + c_1 z + \ldots, \\ k &= d_0 + d_1 z + \ldots, \end{aligned}$$

méromorphes pour $|z| < \mathrm{R}$; désignons par $\Delta(f, g, h, k)$ le déterminant de Van der Monde relatif à ces quatre fonctions. On établit la proposition suivante :

Théorème. — *Si l'équation*

$$\Delta(f, g, h, k) = 0$$

n'a pas de racine pour $|z| < \mathrm{R}$, *on a*

$$\mathrm{R} \leq \frac{2\,\mathrm{Q}}{\pi} \left| \frac{\Delta_0}{\Delta_1} \right|,$$

lorsque Δ_1 *est différent de zéro.*

Δ_0 désigne ici le nombre $\Delta(a_0, b_0, c_0, d_0)$ et Δ_1 le déterminant

$$\begin{vmatrix} 1 & a_0 & a_0^2 & a_1 \\ 1 & b_0 & b_0^2 & b_1 \\ 1 & c_0 & c_0^2 & c_1 \\ 1 & d_0 & d_0^2 & d_1 \end{vmatrix}.$$

Lorsque Δ_1 est nul, on trouve, pour limiter R, une expression différente. Il n'y a pas de limite supérieure pour R dans le cas exceptionnel où le rapport anharmonique des fonctions f, g, h, k est constant.

Au lieu de se donner $a_0, a_1, b_0, b_1, c_0, c_1, d_0, d_1$, on peut aussi fixer les valeurs a'_0, b'_0, c'_0, d'_0 des fonctions au point $z_0 \neq 0$, avec la condition

$$(a'_0, b'_0, c'_0, d'_0) \neq (a_0, b_0, c_0, d_0).$$

([1]) *Compléments aux théorèmes de Picard-Borel* (*Comptes rendus*, t. 179, 1924, p. 740).

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la combinaison des résultats d'observation.* Note de M. J. HAAG, présentée par M. Émile Borel.

1. Quand on fait plusieurs mesures d'une même grandeur, on choisit généralement leur moyenne arithmétique comme valeur *la plus plausible.* Toutefois, certains auteurs ont préconisé d'autres combinaisons, telles que la valeur médiane ou la demi-somme des valeurs extrêmes. Il m'a paru intéressant de comparer ces diverses règles par une étude mathématique rigoureuse et non pas seulement par des considérations de sentiment.

Nous admettrons, dans ce qui va suivre, que les erreurs obéissent à la loi de Gauss (1), avec un paramètre de précision égal à l'unité.

2. Soient $x_1, x_2, \ldots, x_n$ les n mesures observées et X la valeur exacte. Si la probabilité *a priori* de X est uniforme (2), sa probabilité *a posteriori* obéit à la loi de Gauss, la valeur la plus probable étant la moyenne arithmétique (3) des x_i et l'écart unitaire étant $\frac{1}{\sqrt{n}}$. La probabilité pour que l'erreur ne dépasse pas une limite donnée λ est plus grande avec la moyenne arithmétique qu'avec toute valeur et ceci quel que soit λ. Il semble bien qu'on ne puisse pas demander mieux.

En réalité, quand on admet l'une des règles mentionnées ci-dessus, on fait volontairement abstraction de la valeur précise des mesures observées. On retient seulement leur position par rapport à une ou deux d'entre elles et l'on raisonne comme si l'on s'était effectivement contenté de faire expérimentalement cette comparaison. Il faut donc s'attendre à ce que le résultat soit moins bon qu'avec la règle de la moyenne arithmétique, qui utilise tous les renseignements fournis par l'observation. C'est bien ce que va confirmer le calcul.

3. Prenons d'abord la *règle de la médiane*, dans le cas où le *nombre des*

(1) On peut objecter que c'est ici qu'interviennent les considérations du sentiment. Mais, si l'on n'admet rien, tout est arbitraire et l'on peut trouver une loi qui justifie n'importe quelle règle posée à l'avance. Parmi toutes les lois d'erreurs, la loi de Gauss paraît être la plus solidement établie, tant au point de vue théorique qu'au point de vue expérimental. Il nous semble donc raisonnable de l'adopter comme base de notre étude.

(2) Il suffit pratiquement qu'elle le soit à peu près dans la zone de dispersion des mesures.

(3) On sait que cette propriété caractérise précisément la loi de Gauss.

mesures est impair, soit $n = 2m + 1$. La probabilité *a posteriori* pour que l'erreur commise soit comprise entre t et $t + dt$ est

$$(1) \qquad \frac{(2m+1)!}{(m!)^2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-t^2} \left[\frac{1 - \Theta^2(t)}{4} \right]^m dt.$$

La valeur la plus plausible est bien $t = 0$. Mais il nous faut comparer ce résultat à celui qu'aurait donné la moyenne arithmétique. On peut démontrer assez facilement que, quel que soit λ, la probabilité pour que l'erreur soit inférieure à λ est plus petite avec la loi (1) qu'avec la loi du paragraphe 2. Donc, l'avantage va à la moyenne arithmétique.

Lorsque n est très grand, la loi (1) est asymptotique à la loi de Gauss, avec l'écart unitaire $\sqrt{\frac{\pi}{2n}}$. La *précision relative* [1] est environ $\frac{4}{5}$.

4. *Quand n est pair*, la question est plus compliquée. On adopte dans ce cas, la demi-somme des deux mesures médianes. Supposons, plus généralement, que l'on prenne la demi-somme des mesures x_p et x_{n-p+1}, qui sont à $p - 1$ rangs des extrêmes. La probabilité élémentaire *a posteriori* de X est proportionnelle à

$$(2) \qquad e^{-(y^2+z^2)} [1 + \Theta(y)]^{p-1} [1 - \Theta(z)]^{p-1} [\Theta(z) - \Theta(y)]^{n-2p} dX,$$

où l'on doit remplacer y et z par $X - x_p$ et $X - x_{n-p+1}$. Elle est bien maximum pour $X = \frac{1}{2}(x_p + x_{n-p+1})$. Mais il paraît difficile de la comparer à la probabilité du paragraphe 2, du moins tant que n est fini.

5. Si n est très grand et $n - 2p = q$ petit, la loi (2) est asymptotique à la loi de Gauss, avec l'écart unitaire $\frac{1}{\sqrt{kn}}$, en posant

$$(3) \qquad k = \frac{2}{\pi} \frac{e^{-a^2}}{1 - \Theta(a)} \left[\frac{e^{-a^2}}{1 - \Theta(a)} - a\sqrt{\pi} \right], \qquad 2a = x_{n-p+1} - x_p.$$

Lorsque a augmente de 0 à $+\infty$, k croît de $\frac{2}{\pi}$ à 1. Mais il y a lieu d'observer que la valeur probable de a est très petite. Elle est rigoureusement égale à

$$(4) \qquad \frac{n!}{2^{n-1}[(p-1)!]^2 (n-2p)!} \frac{1}{\pi} \iint (z - y) f(y, z)\, dy\, dz,$$

en appelant $f(y, z)$ le coefficient de dX dans (2) et intégrant dans le champ $y < z$. Sa valeur asymptotique est $\frac{\sqrt{\pi}(q+1)}{2n}$.

---

[1] C'est-à-dire comparée à celle du paragraphe 2.

6. Si n est très grand et p petit, la loi (2) est encore asymptotique à la loi de Gauss, avec l'écart unitaire $\frac{1}{\sqrt{hn}}$, en posant

$$h = \frac{4ae^{-a^2}}{\sqrt{\pi}\Theta(a)}. \tag{5}$$

Lorsque a croît de o à $+\infty$, la précision relative décroît de $\sqrt{2}$ à o. La formule (4) montre que la valeur probable de a est asymptotique à $\sqrt{\log n}$. En portant cette valeur dans (5), on obtient un écart unitaire asymptotique à $\frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{\log n}\right)^{\frac{1}{4}}$ et qui décroît, par conséquent, beaucoup plus lentement que $\frac{1}{\sqrt{n}}$. Ceci montre que la règle qui consiste à adopter la demi-somme des valeurs extrêmes est de beaucoup la plus mauvaise.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Le déplacement parallèle dans la géométrie de Weyl.* Note de M. **René Thiry**, présentée par M. Émile Borel.

M. Weyl, dans son ouvrage bien connu [1], met à la base de sa géométrie la notion de déplacement parallèle d'un vecteur de composantes contrevariantes ξ_i. Cette notion, à laquelle il donne le nom de connexion affine, établit entre les vecteurs attachés à deux points différents $P(x^i)$ et $P'(x^i + dx^i)$ une correspondance telle qu'un vecteur $\xi^i(P')$ sera dit résulter du déplacement parallèle d'un vecteur $\xi^i(P)$ s'il y a entre leurs composantes les relations

$$\xi^i(P') = \xi^i(P) - \Gamma^i_{rs}\xi^r(P)\,dx^s.$$

De même, M. Weyl introduit, sous le nom de connexion métrique, la notion de déplacement congruent qui établit entre les segments une correspondance telle qu'un segment attaché au point P′ sera dit résulter du déplacement congruent d'un segment attaché au point P s'il y a entre leurs longueurs la relation

$$l^2(P') = l^2(P)[1 - \varphi_i\,dx^i].$$

Ceci posé, l'auteur donne *deux* définitions du déplacement parallèle d'un vecteur de composantes covariantes η_i, l'une, dans la multiplicité à connexion affine (p. 98), par la condition que le déplacement parallèle

(1) *Temps, Espace, Matière*, trad. Juvet, § 14 à 17.

simultané des vecteurs ξ^i et η_i satisfasse à la condition

$$\xi^i(\mathrm{P}')\eta_i(\mathrm{P}') = \xi^i(\mathrm{P})\eta_i(\mathrm{P}),$$

l'autre, dans la multiplicité à connexion métrique (p. 116), par la condition que le déplacement parallèle des vecteurs satisfasse à la condition

$$\xi^i(\mathrm{P}')\eta_i(\mathrm{P}') = \xi^i(\mathrm{P})\eta_i(\mathrm{P})[1 - \varphi_k\, dx^k]$$

et cela, dans les deux cas, quel que soit le vecteur ξ^i.

Ces deux définitions conduisent immédiatement aux formules, pour la première

$$\eta_i(\mathrm{P}') = \eta_i(\mathrm{P}) + \Gamma^r_{.is}\,\eta_r(\mathrm{P})\,dx^s,$$

pour la deuxième

$$\eta_i(\mathrm{P}') = \eta_i(\mathrm{P})[1 - \varphi_k\, dx^k] + \Gamma^r_{.is}\,\eta_r(\mathrm{P})\,dx^s.$$

Ces différences justifient peut-être les remarques suivantes :

Dans une multiplicité douée à la fois d'une connexion affine et d'une connexion métrique, il est indispensable de donner du déplacement parallèle du vecteur η_i la deuxième définition si l'on veut obtenir une propriété intrinsèque, indépendante à la fois du système des variables et de l'étalonnage. La présence des composantes φ_i de la connexion métrique tient au fait que le système η_i, défini par les formules $\eta_i = g_{ik}\eta^k$, est nécessairement de *poids* 1 ; si l'on ramenait son poids à être nul (en divisant, par exemple, les fonctions η_i par le carré de la longueur du vecteur), un calcul immédiat montre qu'on retomberait sur la première définition ; celle-ci ne convient par conséquent qu'aux vecteurs de poids nul.

Par des considérations analogues et également simples, on sera conduit à définir le transport intrinsèque sans altération d'un invariant ou d'un vecteur de poids e par les formules suivantes :

Invariant. . . . . $f(\mathrm{P}') = f(\mathrm{P})[1 - e\varphi_k\, dx^k]$

Vecteur contrevariant. . . $\xi^i(\mathrm{P}') = \xi^i(\mathrm{P})[1 - e\varphi_k\, dx^k] + \Gamma^i_{.rs}\xi^r(\mathrm{P})\,dx^s$

» covariant. . . . . $\xi_i(\mathrm{P}') = \xi_i(\mathrm{P})[1 - e\varphi_k\, dx^k] + \Gamma^r_{.is}\xi_r(\mathrm{P})\,dx^s$

De cette notion, on pourra déduire un procédé de dérivation covariante que nous représenterons par le symbole W et qui sera donnée par les formules :

Invariant. . . . . $\mathrm{W}_s f = \dfrac{\partial f}{\partial x^s} + e f \varphi_s$

Vecteur contrevariant. . . . . $\mathrm{W}_s \xi^i = \dfrac{\partial \xi^i}{\partial x^s} + \Gamma^i_{.rs}\xi^r + e\xi^i\varphi_s$

» covariant. . . . . $\mathrm{W}_s \xi_i = \dfrac{\partial \xi_i}{\partial x^s} + \Gamma^r_{.is}\xi_r + e\xi_i\varphi_s$

Ces formules se généralisent facilement par un tenseur d'ordre quelconque. En particulier, pour le tenseur métrique fondamental g_{ik} (de poids 1), on trouve

$$W_s g_{ik} = \frac{\partial g_{ik}}{\partial x^s} - \Gamma''^{r}_{.is} g_{rk} - \Gamma''^{r}_{.ks} g_{ri} + g_{ik}\varphi_s.$$

Or, si l'on suppose, comme le fait M. Weyl, que le transport parallèle d'un vecteur réalise en même temps le déplacement congruent de sa longueur, on trouve ([1]) des relations entre les $\Gamma''^{r}_{.ik}$ et les φ_i qui expriment précisément que $W_s g_{ik} = 0$.

On retrouve donc ici encore le théorème de Ricci : *Le tenseur métrique fondamental est stationnaire en tout point de l'espace.*

Ce théorème est donc applicable dans l'espace de Weyl comme dans celui de Riemann; il entraîne, dans les deux cas, les mêmes conséquences et la dérivation covariante W jouit des mêmes propriétés que la dérivation covariante ordinaire.

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité d'une plaque uniformément comprimée parallèlement à sa surface, limitée par deux arcs de cercles concentriques et par deux rayons.* Note de M. B. GALERKIN, présentée par M. Mesnager.

Supposons une plaque d'une épaisseur constante, limitée par deux arcs de cercles concentriques, dont les rayons sont $r = a_0$ et $r = a$, et par deux rayons $\theta = 0$ et $\theta = \alpha$; la plaque est comprimée par les forces parallèles à sa surface, égales à p, par unité de longueur du contour sur lequel elles sont uniformément réparties, ainsi que dans l'épaisseur, et normales à ce contour.

L'équation de la surface moyenne de plaque comprimée est

$$D\Delta\Delta w + p\Delta w = 0 \tag{1}$$

avec $D = \frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)}$ (E étant le module d'élasticité; σ, le coefficient de Poisson; Δ, le paramètre différentiel du second ordre).

Supposant la plaque librement appuyée sur les bords radiaux, nous pouvons écrire l'expression suivante pour une surface élastique (moyenne)

$$w = R \sin\frac{n\pi\theta}{\alpha},$$

([1]) *T. E. M.*, p. 108.

où R est une fonction de r; α, l'angle au centre de la plaque; n, un nombre entier quelconque.

Substituant à w l'expression dans l'équation (1), nous obtiendrons

$$(2)\qquad D\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}-\frac{n^2\pi^2}{\alpha^2}\frac{1}{r^2}\right)\left(\frac{\partial^2 R}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial R}{\partial r}-\frac{n^2\pi^2}{\alpha^2}\frac{R}{r^2}\right) = -p\left(\frac{\partial^2 R}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial R}{\partial r}-\frac{n^2\pi^2}{\alpha^2}R\right).$$

Posons $\frac{p}{D}=c^2$, l'équation (2) sera satisfaite par

$$R = AJ_{\frac{n\pi}{\alpha}}(cr)+BJ_{-\frac{n\pi}{\alpha}}(cr)+Cr^{\frac{n\pi}{\alpha}}+Fr^{-\frac{n\pi}{\alpha}};$$

$J_{\frac{n\pi}{\alpha}}$ et $J_{-\frac{n\pi}{\alpha}}$ étant les fonctions de Bessel.

En écrivant les quatre équations d'équilibre du contour, nous apprendrons que le déterminant des coefficients de A, B, C et F est égal à zéro; en mettant $n=1, 2, \ldots$, nous obtiendrons les racines de cette équation; la plus petite de ces racines qui soit rationnelle donnera la pression critique p_{er} à partir de laquelle la plaque cessera d'être plane.

Si nous prenons la plaque en demi-cercle, $\alpha=\pi$, donc

$$w = [A\,J_n(cr)+B\,Y_n(cr)+Cr^n+Fr^{-n}]\sin n\theta.$$

Dans le cas d'une plaque en forme de secteur circulaire ($a_0=0$), il faut faire $B=F=0$. L'équation de la surface moyenne prendra la forme suivante :

$$w=\left[AJ_{\frac{n\pi}{\alpha}}(cr)+Cr^{\frac{n\pi}{\alpha}}\right]\sin\frac{n\pi\theta}{\alpha}.$$

Donnons la solution pour le cas où la plaque est en forme de secteur ayant le bord courbe encastré.

Pour $r=a$, $w=0$ et $\frac{\partial w}{\partial r}=0$ ou

$$AJ_{\frac{n\pi}{\alpha}}(ca)+Ca^{\frac{n\pi}{\alpha}}=0$$

et

$$Aca\left[-\frac{n\pi}{\alpha ca}J_{\frac{n\pi}{\alpha}}(ca)-J_{\frac{n\pi-\alpha}{\alpha}}(ca)\right]+\frac{n\pi}{\alpha}Ca^{\frac{n\pi}{\alpha}}=0.$$

D'où, en posant $ca=\beta$,

$$\frac{2n\pi}{\alpha}J_{\frac{n\pi}{\alpha}}(\beta)-\beta J_{\frac{n\pi-\alpha}{\alpha}}(\beta)=0.$$

Pour $\alpha = \pi$ et $n = 1$,

$$2J_1(\beta) - \beta J_0(\beta) = 0.$$

La plus petite racine de cette équation est

$$\beta' = 5,14, \qquad \text{d'où} \qquad p_{cr} = 26,4\frac{D}{a^2}.$$

Si $\alpha = \frac{3}{2}\pi$ et $n = 1$,

$$3J_{\frac{3}{2}}(\beta) - \beta J_{\frac{1}{2}}(\beta) = 0$$

ou

$$3\left(\frac{\sin\beta}{\beta} - \cos\beta\right) - \beta\sin\beta = 0,$$

$$\beta' = 5,76 \qquad \text{et} \qquad p_{cr} = 33,2\frac{D}{a^2}.$$

Pour $\alpha = \frac{\pi}{2}$ et $n = 1$,

$$4J_2(\beta) - \beta J_1(\beta) = 0, \qquad \beta' = 6,38 \qquad \text{et} \qquad p_{cr} = 4,07\frac{D}{a^2}.$$

PHYSIQUE. — *Sur la propagation de l'onde explosive.* Note de M. P. **Laffitte**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les expériences de Berthelot et Vieille, de Mallard et Le Chatelier, de Dixon, ont montré que lorsqu'une onde explosive s'est développée dans un tube cylindrique contenant un mélange gazeux explosif, elle se propage ensuite avec une vitesse uniforme, indépendante de la matière qui forme le tube, de sa longueur et de son diamètre. Mais si le diamètre du tube augmente brusquement, les expériences de C. Campbell (¹) ont montré qu'à partir de la discontinuité l'onde explosive cesse de se propager : le phénomène qui se développe alors est une combustion. C. Campbell a mesuré la vitesse de propagation de cette flamme dans un certain nombre de mélange gazeux : $H^2 + O^2$, $2H^2 + 3O^2$, $3CS^2 + 5O^2$, $C^2N^2 + O^2 + N^2$, etc.

L'objet des recherches rapportées dans la présente Note a été d'étudier d'une manière plus complète le phénomène explosif qui se propage après la brusque augmentation du diamètre du tube. Nous avons utilisé la méthode d'enregistrement photographique en employant un tambour tournant sur lequel était fixé le papier sensible. Nous avons opéré principalement avec les mélanges $CS^2 + 3O^2$ et $H^2 + O$ dont l'inflammation était provoquée à

(¹) *Journal of the chemical Society*, t. 121, Part 2, 1922, p. 2483-2498.

l'aide d'une étincelle électrique. La brusque augmentation de diamètre était réalisée à l'aide de deux tubes raccordés par un bouchon de liège pénétrant dans le tube de plus grand diamètre, tandis que le tube de plus petit diamètre pénétrait dans le bouchon.

Nos expériences ont permis de constater que l'onde explosive, qui cesse de se propager à partir du point de jonction des deux tubes, se reforme dans le second tube après une période de combustion ; la longueur de cette période de combustion dépend, pour un mélange donné, du rapport des diamètres des deux tubes, et si, comme dans nos expériences, on ne fait varier que le diamètre du second tube, elle ne dépend que de ce diamètre. Le tableau suivant donne, pour le mélange $CS^2 + 3O^2$, les longueurs de cette période de combustion dans des tubes de diamètre variable (celui du premier tube étant toujours de 7^{mm}) :

Diamètre du deuxième tube.	Longueurs de combustion dans le deuxième tube.
mm	cm
13	8
16	10
23-24	15
33-34	50
44-45	100

Sur les photographies on voit d'abord une première partie limitée par une ligne droite et correspondant à la propagation de l'onde dans le premier tube (à la vitesse de 1800 m : sec), la période de combustion précédant la naissance de l'onde explosive dans ce premier tube n'ayant pas été photographiée. On voit ensuite une brusque discontinuité : l'onde explosive cesse de se propager et la flamme qui se développe se propage avec une vitesse croissante; la partie de l'image correspondant à ce phénomène est limitée par une ligne courbe. Puis, de nouveau, l'onde explosive prend naissance et se propage daus le second tube à la même vitesse que dans le premier, l'inclinaison de la droite limitant cette partie de l'image étant la même que celle du début.

La figure 1 a été obtenue avec un tube de 7^{mm} de diamètre pénétrant dans un tube de 24^{mm} de diamètre ; l'onde explosive ne s'est reformée dans ce second tube qu'après 15^{cm} environ parcourus à la vitesse moyenne de 1000 m : sec. Dans la figure 2 le diamètre du second tube était de 34^{mm} : l'onde s'est reformée après 50^{cm} parcourus à la vitesse moyenne de 750 m : sec. La figure 3 a été obtenue avec le mélange $H^2 + O$ dont l'explosion s'est propagée d'abord dans un tube de 7^{mm} puis dans un tube de 24^{mm} de diamètre. L'onde explosive s'est encore reformée 15^{cm} après la fonction des deux tubes. Mais, pour des diamètres croissants du second tube, la période de combustion se développe sur une longueur un peu supérieure à ce qu'elle est avec le mélange $CS^2 + 3\,O^2$. Ainsi, si le diamètre du second tube est de 34^{mm}, cette longueur est de 62^{cm} avec le mélange $H^2 + O$, tandis qu'elle n'est que de 50^{cm} avec le mélange $CS^2 + 3\,O^2$.

Les expériences de C. Campbell ne lui ont pas permis de mettre en évidence la formation de l'onde explosive dans le second tube. Il semble que ce soit pour les deux raisons suivantes : il utilisait des tubes de faible

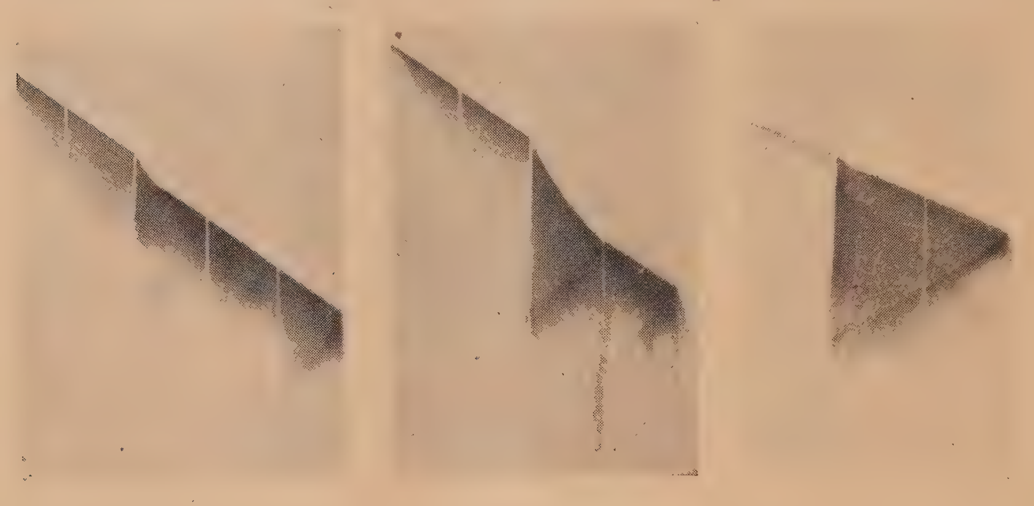


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

longueur, et en outre il employait des mélanges gazeux dilués soit par un gaz inerte, soit par un excès de l'un des gaz du mélange explosif, mélanges dans lesquels l'onde explosive se forme plus difficilement.

SPECTROSCOPIE. — *Le spectre d'étincelle du fer dans la région de Schumann.* Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, présentée par M. Brillouin.

Nous avons examiné dans la région de Schumann un certain nombre de spectres à raies nombreuses, et avons pu nous assurer que les Tables de longueurs d'onde publiées jusqu'à ce jour ne donnent de ces spectres qu'une idée très imparfaite. Nous publions aujourd'hui la liste des raies d'étincelle du fer. La comparaison avec les listes publiées antérieurement [1] donnera une idée des progrès accomplis : sur les 253 raies relevées, plus de la moitié sont nouvelles.

Les clichés obtenus avec nos appareils à prismes de fluorine ont une

---

(1) Léon et Eugène Bloch, *Journ. de Phys.*, t. 2, 1921, p. 250; *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 851. — Millikan, Bowen et Sawyer, *Astroph. Journ.*, t. 53, 1921, p. 150.

finesse bien supérieure à celle qui avait été atteinte. Les étalons de longueurs d'onde sont malheureusement insuffisants. Nous avons utilisé comme étalons primaires les raies du carbone et de l'azote données par Siméon et par Hopfield et Leifson, Les raies de l'aluminium, soigneusement comparées aux précédentes, nous ont servi d'étalons secondaires. La précision absolue de nos résultats ne saurait dépasser celle des étalons qui est de l'ordre de 0,2 angström. Mais les différences de longueurs d'onde de raies voisines sont souvent connues avec une exactitude de l'ordre de quelques centièmes d'angström. Aussi donnons-nous les nombres avec deux décimales:

Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.
4	1854,93		2	1816,02	diff.	2	1740,31	
3	1852,73		0	1813,17		0	1738,54	
2	1851,23		1	1812,18		1	1730,88	
2	1850,14		2	1809,65		2	1726,33	Mn?
1	1849,37		00	1808,41	diff.	1	1724,79	
1	1848,84		0	1805,58	diff.	1	1723,96	
1	1848,20		00	1803,66		1	1722,70	
2	1846,52	diff.	0	1802,07		3	1720,52	
2	1845,48		00	1799,90		0	1719,93	
1	1844,40		2	1798,47		2	1718,35	
3	1843,21	diff.	1	1797,26		1	1717,86	
3	1841,56		3	1793,63		0	1717,20	
1	1839,88	diff.	00	1792,50		0	1716,42	
2	1838,30		5	1788,29		1	1715,40	
1	1837,64		5	1786,98		3	1712,83	
1	1835,92		5	1785,46		0	1711,30	
1	1834,99		0	1782,08		0	1710,15	
2	1833,67		0	1777,94		2	1709,60	
1	1832,00		3	1776,22		1	1708,47	
2	1830,52		3	1772,73		0	1707,23	
0	1829,32		3	1770,72		0	1706,00	
0	1828,00		3	1769,52		00	1704,42	
0	1827,15	Mn?	0	1765,20		00	1702,49	
0	1826,37		0	1764,03		4	1701,85	
0	1825,33		4	1761,57		00	1700,57	diff.
0	1824,78		2	1758,07	diff.	0	1698,87	
1	1823,94		00	1753,55		2	1696,63	
2	1822,32		1	1751,29		0	1694,94	
0	1820,55	Mn?	00	1749,72		0	1693,82	
0	1819,75		00	1749,13		0	1691,03	
0	1818,78	Mn?	3	1748,00		0	1690,47	
0	1817,97	Mn?	2	1746,92		0	1689,46	

Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.
00	1688,05		00	1628,17		0	1573,87	
0	1687,34		00	1626,23		0	1572,85	diff.
1	1686,32		2	1625,23		00	1570,93	
1	1685,81		1	1622,73		2	1570,12	
00	1683,06		0	1622,02		1	1569,59	
0	1681,01		3	1621,42		1	1568,77	diff.
3	1679,20		00	1620,92		1	1567,94	diff.
00	1677,58		00	1618,83		2	1566,74	
00	1676,61		2	1618,23		00	1565,43	
3	1675,55		00	1617,61		00	1565,05	Mn?
1	1674,45		0	1616,49		00	1564,05	
1	1674,05		3	1612,57		3	1563,70	
3	1673,20		2	1611,60		1	1563,36	
3	1670,54		1	1610,79		00	1562,60	diff.
0	1667,70		00	1609,81	Mn?	00	1561,74	
1	1662,95		0	1608,84	Mn?	00	1559,52	
0	1662,35		4	1608,22		3	1559,02	
0	1661,96		2	1607,56		1	1558,54	
0	1659,79		0	1605,87		1	1556,48	
2	1659,21		00	1603,07	Mn?	0	1556,07	
1	1658,51		0	1601,90	Mn?	00	1553,73	
1	1654,19		3	1601,08		0	1553,00	
00	1653,06		0	1599,98		2	1551,98	
00	1652,40		1	1598,06		3	1550,17	
0	1651,31		00	1596,74		1	1547,88	
1	1650,42		0	1595,53		0	1546,88	
3	1649,20		2	1594,50		0	1546,17	
2	1646,87		00	1591,80		00	1545,40	
2	1645,91		1	1588,19		1	1544,16	
2	1643,29		00	1587,49	Mn	1	1543,65	
00	1642,01		00	1585,71		0	1542,73	
3	1641,43		0	1585,16		0	1541,97	diff.
00	1640,51		1	1584,83		00	1541,33	
3	1639,85		00	1584,36		0	1540,79	
3	1639,04		00	1583,18		1	1540,18	
00	1637,74		00	1581,03		1	1539,40	
2	1637,11		2	1580,53		2	1539,09	
2	1636,03		0	1580,12		2	1538,64	
3	1635,10		0	1579,70		1	1537,41	
1	1634,05		0	1578,52		0	1536,63	
2	1633,64		0	1577,82		1	1535,43	
1	1632,28	diff.	1	1576,99		1	1534,03	diff.
2	1630,83		1	1576,61		00	1533,46	Mn
3	1628,90		2	1574,84				

Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.
00	1532,87		0	1525,00		1	1513,54	
3	1531,80		0	1524,65		00	1512,86	
1	1531,37		00	1520,00		0	1512,32	
0	1530,23		0	1518,85		0	1511,69	
0	1529,78		00	1517,73		00	1511,20	
00	1527,67		0	1516,82	diff.	00	1507,59	
2	1527,22		0	1516,15	diff.	00	1506,73	
0	1526,62		0	1515,59		1	1505,16	
0	1525,93		00	1514,59				

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur le déplacement du maximum de solubilité et sur l'existence de solubilités constantes.* Note de M. **Alb. Colson.**

Évidemment, le principe du déplacement de l'équilibre des corps dissous perd sa signification du moment qu'aucune chaleur de dissolution connue n'est directement liée à la variation $\frac{dC}{dT}$ de la solubilité. Si d'autre part, conformément à l'exposé fait ([1]), la condition $L = 2iT$ est l'expression rationnelle du maximum de solubilité des corps peu solubles, une modification progressive de L déterminera un accroissement parallèle de T, pourvu que dans le cycle des actions réversibles le corps dissous soit en excès et qu'il retrouve en se déposant l'état qu'il avait avant sa dissolution ([2]). Alors quel que soit le solvant, eau pure ou acidifiée, le taux du corps dissous pourra changer à T° mais non la réversibilité du phénomène qui seule importe à la condition $L = 2iT$. Dans le cas du gypse, la valeur de L augmentera dans les solutions d'acide nitrique où celui-ci, d'après Berthelot, déplace partiellement l'acide sulfurique du gypse en provoquant un refroidissement, c'est-à-dire un accroissement de la chaleur L indispensable à la dissolution isotherme de ce sel; de sorte que la température T s'élève avec L, et lorsqu'elle dépasse le point d'ébullition du solvant, efface ainsi tout maximum.

Expériences. — Dans un calorimètre, 400^{cm^3} d'une solution nitrique à 1,5 pour 100 sont mis en contact avec un excès de gypse précipité, lavé et essoré après chaque lavage. On observe un refroidissement très appréciable, environ 0°,10 vers 16° au bout de 30 minutes. Ce refroidissement

([1]) *Comptes rendus*, t. **179**, 1924, p. 1041.
([2]) *Comptes rendus*, t. **163**, 1916, p. 57.

correspond à une dépense de $18^{cal},5$ par gramme de sulfate anhydre dissous isothermiquement, soit $L = 136 \times 18,5 = 2516^{cal}$, alors qu'à 35° le maximum n'exige que 1154 et n'atteindrait que 1265^{cal} à l'ébullition. Le maximum de solubilité donné par $2iT$ nécessiterait une température $T = 600°$ environ, supérieure à l'ébullition des dissolutions. Comme contrôle, les liqueurs saturées sous la pression atmosphérique se troublent par un refroidissement prolongé et redeviennent limpides par réchauffement. Les solutions nitriques à 0,6 pour 100 se comportent de la même façon.

Solutions sulfuriques. — L'allure des phénomènes est semblable en solutions sulfuriques, où pourtant le sulfate calcique, loin d'être dissocié, est stabilisé par l'excès des ions SO^4 introduits par le solvant. En effet, vers 17°, la dissolution du gypse dans l'eau acidulée au taux de 2,5 pour 100 abaisse la température de 0°,04 qui, dans l'action isotherme, est compensée par une chaleur correspondante d'environ 10^{cal} par gramme. Ici encore la solubilité croît avec la température, car toute solution saturée et limpide se trouble par un refroidissement prolongé et s'éclaircit par réchauffement. Voici d'ailleurs le tableau de quelques expériences :

N°.		Acidité pour 100.	Solubilité vers 15°.	Solubilité à l'ébullition.
		g		g
1	NO^3H	1,2	0,675	1,002
2	»	0,6	0,522	0,640
3	»	0,15	0,282	0,280
4	»	0,06	0,218	0,218
5	SO^4H^2	1	0,332	0,430
6	»	0,5	0,308	0,373
7	»	0,2	0,249	0,256
8	»	0,1	0,224	0,224

Que le solvant acide décompose ou qu'il stabibilise le gypse dissous, il a pour effet d'élever rapidement la température du maximum de solubilité au-dessus de son point d'ébullition, c'est-à-dire de faire disparaître ce maximum. Toutefois, à mesure que l'acidité s'affaiblit, l'action de la température sur la solubilité s'égalise et devient constante.

La constance de la solubilité et ses conditions. — Ce phénomène inconnu jusqu'ici résulte des expériences des types 3, 4, 7 et 8. Il est analogue au cas d'un gaz stable enfermé dans une enceinte peu dilatable, sur la concentration duquel la température reste nécessairement sans action. Il semble que les solvants peu acidulés provoquent une désagrégation moléculaire du

corps dissous et que la température détermine la dilatation normale de ces particules, jusqu'à ce qu'un accroissement de concentration, résultant d'une acidité plus forte, fasse de ce genre de gaz une vapeur saturée. Les expériences suivantes marquent cette progression :

Une solution nitrique à 0,15 pour 100, maintenue pendant plus d'une demi-heure à l'ébullition avec du gypse précipité et en excès, contenait $2^g,80$ de sulfate sec pour 100^g de liquide filtré à chaud. A aucune température intermédiaire, même refroidie à 15° pendant plusieurs jours, elle ne se trouble. A cette température, 100^{cm^3} de la solution limpide renferment $2^g,858$ de sulfate, soit sensiblement 2,80 par 100^g.

Ayant observé une constance analogue sur une solution sulfurique à 0,15 pour 100, j'ai ajouté $0^g,20$ d'acide sulfurique à 100^{cm^3} d'une vieille solution aqueuse en légère sursaturation contenant $0^g,249$ de sulfate. Après une ébullition prolongée, le maximum de saturation disparaît; car, chauffée de nouveau, la solution acide ne se trouble plus; au contraire elle absorbe progressivement 7^{mg} de gypse; elle les dépose vers 15°, puis les redissout progressivement par échauffement, ne reprenant sa limpidité qu'au-dessus de 90°. On approche donc de la constance de solubilité observée en solutions moins acides.

Expression de la constance de solubilité. — Nécessitant comme le maximum de solubilité la condition $\frac{dC}{dT} = 0$ qui annule la valeur $L - 2iT$, cette constance exige en outre la stabilisation de ce maximum. Or, quand le nombre des molécules contenues dans un volume sensiblement fixe reste invariable quelle que soit la température T, la pression gazeuse est proportionnelle à la température absolue T, puisque dans l'expression $P \times U = R \times T$ le volume U est constant. La pression osmotique $p = iP$ jouira donc de la même propriété par analogie, ce qui exige que i soit constant.

Pour le gypse, i est compris entre 1 et 2; c'est sans doute pourquoi cette molécule dissoute dans un même volume U présente une constance de solubilité identique dans le solvant qui la stabilise et dans celui qui la sépare en ses deux ions.

Les expériences 4 et 8 montrent en effet que 100^g de dissolvant à 1^g d'acide par litre donnent des solubilités constantes renfermant $2^g,2$ de sel dissous. En outre la condition $L = 2iT$ indique qne si $i = 1$ et $i' = 2$, la chaleur L varie du simple au double. Précisément nous avons trouvé environ 10^{cal} pour les solutions sulfuriques et $18^{cal},5$ en solution nitrique moins acide, dans lesquelles le maximum ayant disparu, la comparaison est moins nette.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude expérimentale de l'action de l'acide sulfurique sur l'oxalate de calcium.* Note (¹) de MM. **E. Carrière** et **E. Villon**, présentée par M. A. Haller.

Nous nous sommes proposé : 1° d'établir que la réaction de l'acide sulfurique sur l'oxalate de calcium est limitée; 2° d'étudier l'influence des divers facteurs sur l'équilibre. Au moment de faire une détermination 10^{cm^3} d'une liqueur titrée d'acide oxalique sont neutralisés par 10^{cm^3} d'une liqueur titrée équivalente de soude; par addition consécutive de 10^{cm^3} d'une liqueur titrée équivalente de chlorure de calcium l'oxalate de calcium est précipité. On verse ensuite 10^{cm^3} d'une liqueur titrée équivalente d'acide sulfurique. L'acide oxalique régénéré est dosé après filtration au moyen d'une liqueur titrée de permanganate de potassium.

1° *Mise en évidence d'un équilibre.* — La température étant maintenue constante ainsi que les concentrations des corps réagissants, des déterminations ont été faites après des temps croissants de demi-heure en demi-heure. La quantité d'acide oxalique régénéré demeure constante; il y a donc équilibre représenté par l'équation

$$C^2O^4Ca + SO^4H^2 \rightleftharpoons SO^4Ca + C^2O^4H^2.$$

2° *Influence de la température.* — Les concentrations en oxalate de cal-

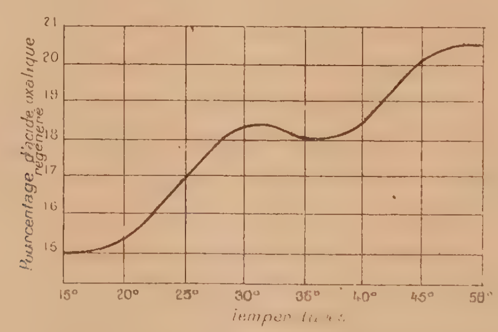


Fig. 1. — Influence de la température.
Concentration $\frac{1}{10}$ - $1/8 \frac{\text{mol-gr}}{\text{litre}}$ en oxalate de calcium et acide sulfurique.

cium et acide sulfurique se correspondent et sont les mêmes dans toutes les déterminations. La température croissant, la quantité d'acide oxalique régénéré augmente d'abord, passe par un maximum à 30°, décroît jusqu'à un minimum vers 35°, pour croître de nouveau au delà de 35°. Ce mini-

(¹) Séance du 10 novembre 1924.

mum est dû, semble-t-il, à l'existence d'un maximum de solubilité pour le sulfate de calcium (¹).

Les résultats sont représentés par la courbe de la figure 1.

3° *Influence de la concentration en oxalate de calcium et acide sulfurique.* — La température restant constante, les concentrations en oxalate de

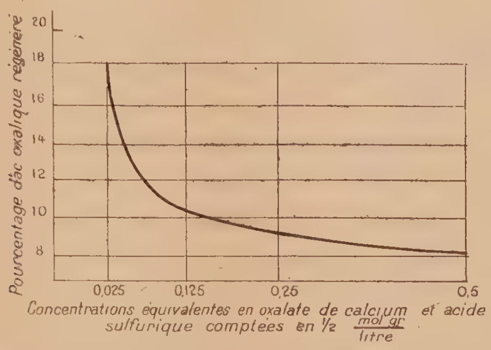


Fig. 2. — Influence de la concentration en oxalate de calcium et acide sulfurique.

calcium et acide sulfurique sont augmentées, tout en se correspondant. La quantité d'acide oxalique régénéré décroît régulièrement lorsque la concentration augmente.

Les résultats sont représentés par la courbe de la figure 2.

4° *Influence d'un excès d'acide sulfurique.* — La température et la

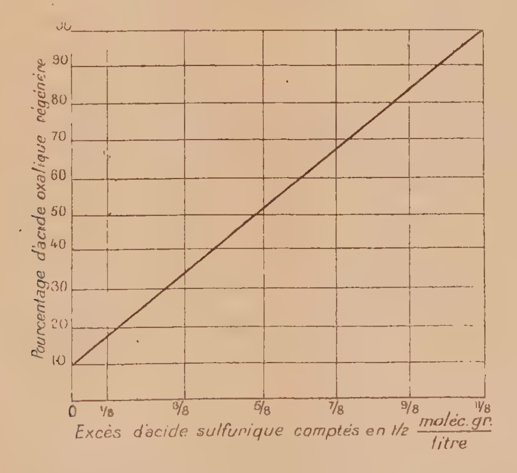


Fig. 3. — Influence d'un excès d'acide sulfurique.

Concentration en oxalate de calcium : $\frac{1}{8} \cdot 1/2 \frac{\text{mol-gr}}{\text{litre}}$.

concentration en oxalate de calcium, étant maintenues constantes, on aug-

(¹) Hulett et Allen, *Amer Soc.*, t. 24, 1902, p. 667.

mente progressivement la concentration en acide sulfurique. Le pourcentage d'acide oxalique régénéré est sensiblement proportionnel à l'excès d'acide sulfurique.

Les résultats sont représentés par la courbe de la figure 3.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Adsorption et cataphorèse.*
Note de M. **Claude Fromageot**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans une Note précédente (¹), nous avons étudié, comme pouvant contribuer à nous éclairer sur le mécanisme de la catalyse en milieu hétérogène, l'adsorption de différents acides organiques et de leurs sels de sodium par un charbon particulièrement actif comme catalyseur d'oxydation. La méthode que nous avons employée donne la quantité de ces substances retenue par le charbon, mais n'indique pas la forme sous laquelle elles sont retenues, ni la manière dont elles sont attirées à sa surface. Nous avons donc cherché, toujours en vue de l'étude de la catalyse, à connaître d'une façon plus précise le mode de liaison du corps adsorbé avec la surface du charbon, au moyen de l'étude de la cataphorèse de ce charbon, dans les solutions des acides organiques et de leurs sels de sodium dont l'adsorption est déjà connue, et dont l'oxydation fera l'objet d'une Note ultérieure.

Technique. — Le charbon utilisé a été décrit dans la Note précédente; par broyage dans un mortier d'agathe pendant cinq à six heures, on en obtient une poudre assez fine pour rester plusieurs semaines en suspension dans l'eau. On ajoute quelques gouttes de cette suspension de charbon aux solutions étudiées; celles-ci sont à la concentration même qui a été déterminée précédemment lors de l'étude de l'adsorption de ces solutions.

La vitesse de cataphorèse est observée dans une cuve rectangulaire ouverte aux deux bouts, de $0^{mm},5$ d'épaisseur, placée sous un ultra-microscope, suivant la méthode que K. van der Grinten a appliquée aux suspensions fines de verre et aux colloïdes (²).

Résultats. — Le tableau ci-après donne la vitesse de cataphorèse des particules de charbon par rapport au liquide, dans les diverses solutions étudiées. Le signe + indique que le charbon se dirige vers le pôle positif;

(¹) *Comptes rendus*, t. 179, 1924, p. 972.
(²) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 2083.

le rapport $\frac{\text{millimolécules adsorbées}}{\text{millimolécules non adsorbées}}$ est celui obtenu, sur un nombre total de 1,25 millimolécule, dans l'étude précédente de l'adsorption.

Tableau I.

Substances.	Concentration.	Millimolécules adsorbées / non adsorbées.	PH.	[H·].	Vitesse des particules en μ : sec., et volt : cm.
Eau pure	»	»	6,50	$3,16.10^{-7}$	+5,2
Acide chlorhydrique	$0^{N},01$	»	1,95	$1,12.10^{-2}$	±0,0
» »	0,004	»	2,40	$3,98.10^{-3}$	+1,6
» oxalique	0,00376	1,78	2,45	$3,55.10^{-3}$	+1,6
» pyruvique	0,00415	1,40	2,70	$2,00.10^{-3}$	+2,2
» formique	0,00735	0,36	2,95	$1,12.10^{-3}$	+2,2
» citrique	0,00200	3,17	3,20	$6,31.10^{-4}$	+2,8
» succinique	0,00360	1,78	3,45	$3,55.10^{-4}$	+3,1
» propionique	0,00490	1,05	3,50	$3,16.10^{-4}$	+3,4
» acétique	0,01000	0,106	3,65	$2,24.10^{-4}$	+3,1
Formiate de Na	0,01000	0,00	6,70	$2,00.10^{-7}$	+5,4
Oxalate de Na^2	0,00800	0,47	6,78	$1,60.10^{-7}$	+4,8
Acétate de Na	0,01000	0,00	7,00	$1,00.10^{-7}$	+5,2
Propionate de Na	0,00830	0,20	7,00	$1,00.10^{-7}$	+4,9
Citrate de Na^3	0,00330	0,00	7,12	$7,95.10^{-8}$	+5,1
Pyruvate de Na	0,00520	0,92	7,95	$1,12.10^{-8}$	+5,8

1° Ces chiffres montrent que dans tous les cas étudiés ici le charbon prend une charge négative : celle-ci ne s'annule que lorsque la concentration en ions H atteint $0^{N},01$. Est-ce à dire que dans le cas actuel la charge du charbon soit difficile à renverser? Pour le savoir nous avons étudié la vitesse de cataphorèse dans des solutions du violet cristallisé ; nous avons obtenu les résultats suivants :

Concentration en chlorure de violet cristallisé.	Vitesse de cataphorèse en μ : sec et volt : cm.
$0^{N},0001$	±0,00
0,0002	−1,5
0,0003	−2,0
0,0005	−3,1

Nous voyons ainsi que, dès une concentration $0^{N},0002$, se produit un renversement de la charge du charbon qui devient alors positif. On peut interpréter ainsi ces différentes données : pour un nombre égal d'ions positifs « violet cristallisé » et d'ions H^+ adsorbés à la surface du charbon, il y a sur

cette même surface un nombre beaucoup moins grand d'ions OH— dans le cas du violet cristallisé que dans le cas des ions H, ceux-ci étant beaucoup plus petits que ceux-là ; c'est-à-dire que non seulement l'adsorption du violet cristallisé apporte des charges positives à la surface du charbon, mais encore elle y supprime un grand nombre de charges négatives.

2° La vitesse de cataphorèse diminue d'une façon très régulière quand la concentration en ions H augmente, et elle reste la même pour une même concentration en ions H, quel que soit l'acide organique de la solution.

L'adsorption des acides organiques étudiés ici n'a donc pas d'influence sur la vitesse de cataphorèse ; ceci s'applique aussi bien aux acides polyvalents (citrique, succinique) qu'aux acides monovalents (formique, acétique). Quant aux sels de sodium, toujours fortement ou même complètement dissociés, qu'ils soient adsorbés comme le pyruvate et le propionate, ou non adsorbés comme le citrate, leur action sur la vitesse de cataphorèse des particules n'est pas sensible.

Ces résultats conduisent dans le cas du charbon étudié ici aux conclusions suivantes :

1° Le fait que la vitesse de cataphorèse dépend uniquement de la proportion des ions H du milieu, et les très fortes différences qui existent entre l'adsorption des acides et l'adsorption de leurs sels, amènent à penser que les acides organiques ne sont pas adsorbés essentiellement sous forme d'ions, mais plutôt sous forme de molécules non dissociées.

2° Les corps retenus par le charbon sont bien adsorbés directement à sa surface, et non attirés sous forme d'ions négatifs, par un mécanisme de couche double, au voisinage des grains de charbon que l'on aurait pu supposer devenus positifs par adsorption d'ions H ; ceci n'implique d'ailleurs pas que les forces qui produisent l'adsorption ne soient pas d'origine électrostatique, forces qui pourraient intervenir dans l'adsorption de molécules non dissociées possédant une polarité électrique (dipôles).

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le fractionnement thermique des produits gazeux de la pyrogénation des constituants de structure des charbons bitumineux.* Note (¹) de MM. **P. Lebeau** et **P. Marmasse**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Depuis les travaux de Mrs. M.-C. Stopes et R.-V. Wheeler (²), la désignation des quatre principaux constituants de structure des charbons bitumineux est ainsi fixée :

1° Le fusain est la matière d'aspect terne, assez friable, formée principalement de fibres ligneuses plus ou moins désagrégées.

2° Le durain, également terne mais beaucoup plus dur que le précédent, renferme un très grand nombre d'enveloppes de spores.

3° Le clairain, noir brillant, contient des tissus de tiges, des spores et parfois même des restes bien conservés de tiges ou de feuilles.

4° Le vitrain est caractérisé par son aspect plus brillant, sa cassure conchoïdale et son absence de structure cellulaire.

Il nous a paru intéressant d'appliquer la méthode de fractionnement des produits gazeux de la carbonisation, antérieurement décrite par l'un de nous (³), à ces éléments différenciés de charbons bitumineux.

Nous avons pu effectuer ce travail sur des échantillons déterminés par les soins de Mrs. M.-C. Stopes et R.-V. Wheeler.

Nous avons, en outre, examiné un échantillon de vitrain et un autre de durain provenant d'un charbon bitumineux de Bourbon-Saint-Hilaire remis par M. Guiselin.

Les volumes totaux des gaz recueillis au cours du fractionnement thermique depuis la température ordinaire jusqu'à 1000° sont les suivants :

Charbon de Parkgate Seam.

	Par tonne.
	m³
Fusain	236,910
Durain	267,250
Clairain	294,020
Vitrain	329,500

(¹) Séance du 1er décembre 1924.

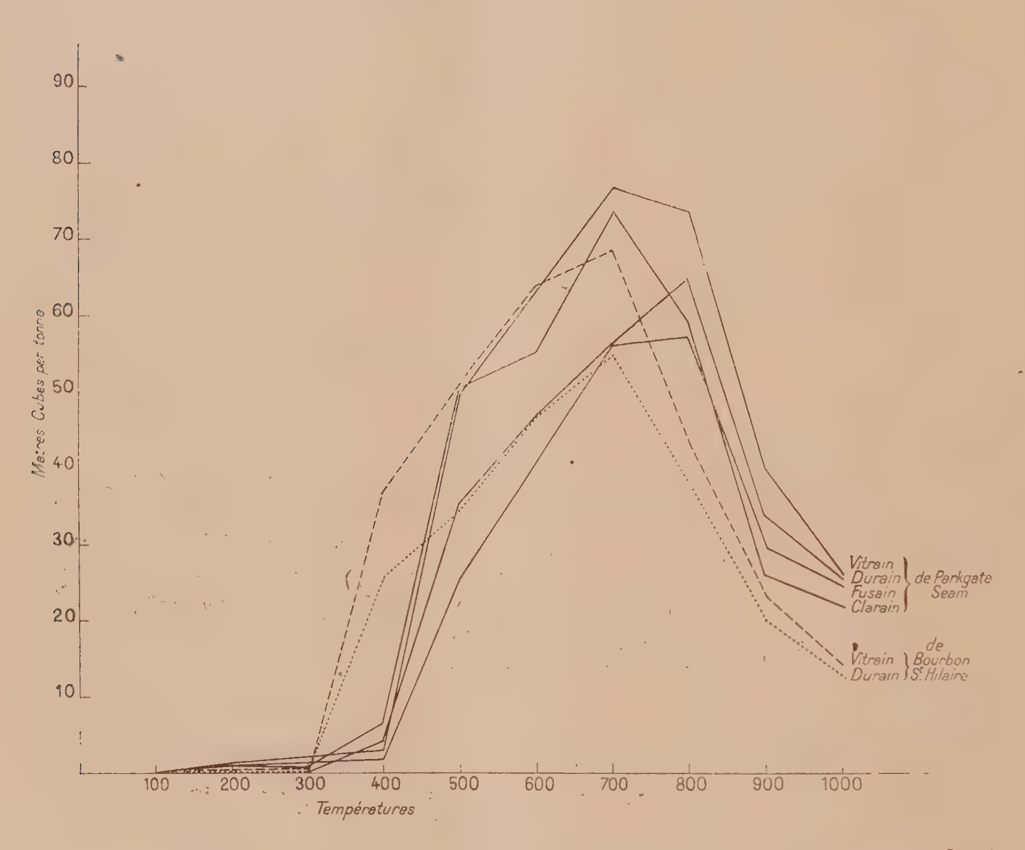
(²) M.-C. Stopes and R.-V. Wheeler, *Monograph on the constitution of Coal* (*Dép. Sc. Ind. Research*, Ph. I-III, 1918, p. 1-58). — M.-C. Stopes, *On Four Visible Ingredients in Banded Bituminous Coal. Studies in the composition of Coal* [*Proc. Roy. Soc.*, vol. 90, (B), 1919, p. 470].

(³) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 319.

Charbon de Bourbon-Saint-Hilaire.

Vitrain	299,450
Durain (17,9 pour 100 de cendres)	231,800

Les courbes ci-dessous figurent l'allure du dégagement gazeux.



Les constituants de ces mélanges gazeux ont été reconnus et dosés pour chaque température considérée. Ces déterminations conduisent aux remarques suivantes :

1° L'hydrogène a son maximum de dégagement à 800° pour le fusain, le durain et le vitrain de Parkgate Seam, alors que le maximum est à 700° pour le clairain de cette même origine et pour le durain et le vitrain de Bourbon-Saint-Hilaire.

2° Pour tous les constituants, sauf le fusain, le dégagement du méthane atteint son maximum à 500°. Dans ce dernier cas, ce maximum est nettement à 600°, ce qui est en accord avec une altération moins profonde des végétaux primitifs.

3° Pour l'oxyde de carbone, le dégagement a toujours son maximum à 700°.

Les compositions centésimales des gaz totaux dégagés jusqu'à 1000° sont données dans le tableau suivant :

Composition centésimale des gaz dégagés jusqu'à 1000°.

	Charbon de Parkgate Seam.				Charbon de Bourbon St-Hilaire.	
	Vitrain.	Clairain.	Durain.	Fusain.	Vitrain.	Durain.
Hydrogène	66,00	65,60	70,00	68,80	60,11	67,73
Méthane	23,10	19,9	16,10	16,23	24,70	16,65
Éthane propane	2,90	2,54	3,10	1,75	2,72	2,92
C. Éthyléniques	0,80	0,99	1,20	0,83	1,02	1,22
Oxyde de carbone	4,70	5,80	4,90	5,50	8,70	10,00
Anhydride carbonique	1,05	1,18	1,20	3,15	0,94	1,21
Hydrogène sulfuré	0,60	1,42	2,40	0,00	0,28	0,23
Azote	1,50	2,50	0,70	2,19	0,03	0,04
Indéterminés	1,01			1,55		

Les produits gazeux provenant de la carbonisation de ces divers constituants des charbons bitumineux diffèrent peu les uns des autres et ils restent comparables à ceux qui résultent directement de la carbonisation des houilles. Il faut toutefois en excepter les gaz des deux vitrains examinés qui contiennent une proportion nettement plus élevée de méthane. Ces deux mélanges gazeux sont d'ailleurs eux-mêmes assez différents et il est vraisemblable que les constituants du type vitrain doivent présenter dans leur composition d'assez grandes divergences. Ce sont en effet les parties des houilles qui ont passé par une liquéfaction entraînant, comme conséquence, les phénomènes de solubilité par contact avec les éléments voisins : phénomènes dont l'effet a en outre pu varier sous l'influence de facteurs tels que la température, la pression, la durée de contact.

GÉOLOGIE. — *Les formations quaternaires de la Syrte mineure.* Note de M. G. SEURAT.

Formations continentales. — I. La formation quaternaire la plus ancienne et la plus répandue dans la zone littorale du sud-tunisien est une carapace peu épaisse ($0^m,50$ environ) d'origine continentale, formée d'un grès argilo-calcaire de couleur saumon ; ce grès contient une proportion énorme de

calcaire, 72^{g},7 pour 100, des traces d'argiles, 1^{g},6 et laisse comme résidu, après l'attaque par les acides, un sable extrêmement fin, de couleur saumon rougeâtre et quelques grains de sable blanc pur.

Cette carapace, très dure, est très abondamment représentée à l'intérieur de l'île Djerba, à la profondeur de 1^{m} environ; elle est exploitée pour empierrer les routes et comme pierre à chaux à El Bazim (route d'Houmt Souk à Houmt Adjim); on y trouve de nombreux Pulmonès : *Xerophila* sp., *Albea candidissima* Drpd., *Archelix constantinæ* Forbes, espèce dominante [1].

Nous avons observé ce même grès argilo-calcaire à l'îlot Cattaya du Nord (canal d'Adjim) et, sur le littoral continental, à Sfax (*Albea candidissima*) dans la grande île Keneiss du banc des Surkennis, à la Skira (*Albea candidissima*) à Bou Grara (ancienne Gightis) et à Zarzis (*Xerophila* sp., *Albea candidissima*, *Archelix constantinæ*).

A l'époque de la formation de cette carapace, l'île Keneiss, les îlots Keneiss et la grande île Djerba étaient rattachés au continent.

II. La monotonie des côtes de la petite Syrte est rompue en deux places, d'une part de la péninsule de Khédime jusqu'à la Sebkhra Oum-el-Gramm, au delà de la Skira et du Nador; d'autre part de Tarf-el-Djorf, en face l'île Djerba, jusqu'à Hassi Chérif, dans la petite mer de Bou Grara (Bahiret Bou Grara), par l'existence de hautes falaises abruptes formées de marnes gypseuses sur lesquelles Pomel a attiré l'attention (1884). Les fossiles sont extrêmement rares.

Pomel cite l'*Albea candidissima;* j'ai trouvé l'*Archelix constantinæ* à la pointe de Khédime, mais les marnes de Tarf-el-Djorf, très gypsifères, ne m'ont montré aucune trace d'être organisé.

La tranchée récemment ouverte dans ses falaises pour la route de l'appontement de Tarf-el-Djorf à Médenine permet d'y observer des traces de ruissellement : un lit de torrent, avec cailloux roulés, coupe obliquement la route; on peut faire la même constatation dans les ravins de la falaise de Bou-Grara. L'existence, dans ces marnes, de cailloux roulés et de galets formés par le grès argilo-calcaire à Hélices indique qu'elles sont postérieures à la formation de la carapace continentale.

Formations marines. — III. La falaise de marnes gypseuses qui forme le littoral occidental de la mer de Bou Grara et la rive méridionale du canal d'Adjim s'abaisse en pente douce vers l'Ouest et disparaît à Tarf-el-Djorf sous un poudingue marin à éléments parfois gros comme le poing; ces galets, le plus souvent de la grosseur d'une noisette, sont constitués par le

---

[1] Déterminations de M. Pallary.

grès argilo-calcaire de la carapace continentale. On trouve dans ce poudingue de nombreux fossiles appartenant à des espèces qui vivent actuellement sur le littoral du Golfe de Gabès : *Murex trunculus* L., *Trochocochlea turbiformis* v. Salis, *Cerithium vulgatum* Brug., *Natica (Neverita) josephinia* Risso, *Conus mediterraneus* Brug., *Cardium edule* var. *lamarcki* Reeve, *Ostrea lamellosa* Brocchi, v. *minor*, *Chama gryphina* Lamk., *Venericardia antiquata* L., *Dosinia lupinus* Poli.

La même formation littorale s'observe, mais avec des galets plus petits, à Houmt Adjim (*Conus mediterraneus*, *Murex trunculus*, *Natica josephinia*, *Natica (Nacca) hebræa* Martyn, *Cardium edule* v. *umbonata* S. Wood, *Tellina incarnata* L., *Pectunculus violacescens* Lamk., *Venericardia antiquata*, à Bordj Djellidj (pointe NW de Djerba, poudingue à gros éléments), à l'îlot Cattaya du Nord et dans la crique de Gourine (poudingue très dur, à galets de la grosseur d'une noisette, avec *Cerithium vulgatum*, *C.* *edule* v. *lamarcki*).

Ce poudingue passe rapidement à un grès calcaire tendre répandu sur le littoral sud tunisien et exploité partout comme pierre à bâtir; le grès calcaire d'Houmt Souk contient 32 pour 100 de calcaire et 68 de silice (sable blanc).

Ce grès affleure notamment à Adjim où il forme un plateau d'une épaisseur d'un mètre et d'une largeur de quelques centaines de mètres, à Houmt Souk, à Bordj Djellidj, à Aghir; il constitue les entablements peu élevés des îlots Keneiss, de la côte des Akara (Zarzis) et des îlots des Bidan. Les fossiles y sont fréquents : *Conus mediterraneus*, *Cerithium vulgatum*, *Murex trunculus*, *Natica josephinia*, *Cardium edule* v. *lamarcki*, *Cardium tuberculatum* L., *Fragilia fragilis* L., *Loripes lacteus* L., *Dentalium dentalis* L. dans le grès d'Adjim; *Pectunculus violacescens*, espèce dominante, *Cardium tuberculatum*, *Cardium edule*, grès calcaire d'Houmt Souk; *Cardium edule* v. *altior* B. D. D., *Cerithium vulgatum*, *Tellina planata* L., *Tapes decursatus* L., grès calcaire tendre de Cattaya du Sud.

La formation de ces grès correspond à une large invasion marine de la région.

Formations continentales subactuelles. — IV. L'examen de la côte septentrionale de Djerba, en particulier des falaises peu élevées sur lesquelles est établi le marabout de Sidi Salem et du plateau d'Houmt Souk, permet d'observer les formations continentales subactuelles.

Sur le grès à Pectoncles reposent des sables marneux à *Archelix constantinæ* Forbes, *Xerophila psammathœa* L. B., *Pomatiella nucula* Parreys, *Xerophila mocquerysi* Pall. var., couronnés d'un grès calcaire très tendre, à éléments de sable

blanc pur, à *Pomatiella nuculæ*, *Xerophila psammathœa* et *Archelix constantinæ* (un individu de cette dernière espèce a conservé des bandes brun clair).

Ce grès friable, qui n'est autre qu'une dune consolidée, se retrouve sur le plateau d'Houmt Souk, avec les mêmes fossiles et, en outre, *Loripes lacteus* (individu jeune), à Tarf-el-Djorf (*Donax semistriata* Poli), au village de Zarzis (altitude 11^{m}), à Jaffar-el-Meslini, un des îlots qui ferment à l'Ouest la petite mer des Biban (grès calcaire tendre à *Xerophila psammathœa* et *Xerophila mocquerysi* recouvrant un sable marneux à *Archelix contantinæ*, *Pomatiella nucula* et *Xerophila mocquerysi*, espèce dominante).

Les grès tendres qui couronnent le massif de marnes gypseuses et de grès calcaire marin de la pointe de Khédime, dans lesquels je n'ai pas trouvé de fossiles, sont également des dunes consolidées.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de granites dans les vallées de Baztan et de Bertizarana (Haute-Bidassoa) et leur signification tectonique.* Note [1] de M. **Pierre Lamare.**

On ne connaissait jusqu'à présent, en Navarre, d'autres granites que ceux du massif de la Haya et hauteurs voisines, granites dont la mise en place semble se rattacher à la phase ayant immédiatement précédé la surrection de la chaîne hercynienne.

Au cours de recherches effectuées dans la zone de terrains secondaires située au sud de la partie de la Bidassoa comprise entre Santesteban et Elizondo, c'est-à-dire à une vingtaine de kilomètres au SSE de la Haya, j'ai trouvé quelques petits affleurements de roches granitiques plus ou moins écrasées.

Le type le moins déformé s'observe à Igurin, près Doñamaria : le gisement, difficilement accessible, semble avoir la forme d'une étroite lentille d'environ 500^{m} de longueur sur une vingtaine de mètres d'épaisseur; cette lentille, orientée EW, touche à son extrémité occidentale le hameau d'Igurin. La roche est une pegmatite à peu près dépourvue d'éléments colorés. Les cristaux de quartz et de feldspaths sont fragmentés et tordus. Le feldspath dominant paraît plus voisin de l'oligoclase que de l'albite; on trouve en outre un peu de microcline, mais pas d'orthose.

Cette pegmatite est incluse dans de l'ophite : il est certain qu'elle n'y est pas à l'état de filon.

A 2^{km} à l'Est se rencontre une autre lentille, celle-ci plus importante,

---

(1) Séance du 8 décembre 1924.

plus facilement observable, et constituée par une roche beaucoup plus écrasée. Dans certains échantillons, on peut encore reconnaître quelques fragments de quartz et de microcline; dans d'autres, on ne trouve que quelques cristaux de néoformation, albite notamment, noyée dans une purée où aucun élément n'est identifiable. Une telle roche peut donc être rapportée aux mylonites, *sensu stricto*. Elle est en gisement dans un complexe curieux, vaste zone, de broyage qu'on peut aisément étudier grâce aux coupures profondes des torrents Ceberia et Marin, affluents sud de la Bidassoa. Cette zone, de 1^{km} environ d'épaisseur, est formée d'une série d'écailles et de lames toutes orientées E-W et comprenant les terrains les plus divers : schistes primaires, grès et poudingues permotriasiques, argiles bariolées, cargneules et ophites, calcaires jurassiques et crétacés fossilifères, grès, crétacés et enfin marbre. Aucune superposition normale ne s'observe dans cette série qui est partout chaotique : la seule disposition à peu près régulière est celle du pendage des écailles, qui reste toujours sud à environ 45°. Au Nord, ces couches s'appuient sur une bande de flysch crétacé qui plonge sous elles; au Sud, elles sont recouvertes par une nappe essentiellement formée de marbres d'âges divers. L'affleurement de granite mylonitique comprend une lentille d'une cinquantaine de mètres de puissance maximum, se dédoublant à la base en une autre lentille plus petite, séparée de la première par quelques mètres de schistes primaires. La lentille principale repose sur des marbres sans qu'au contact on puisse relever la moindre trace de métamorphisme granitique : il ne s'agit évidemment là que d'un contact tectonique.

A 200^{m} environ au-dessus du thalweg, la lentille se termine en biseau entre les marbres et les schistes primaires : elle ne semble pas passer dans la vallée du Marin, parallèle à celle du Ceberia et située à 2^{km} à l'Est. Les calcaires jurassiques et crétacés, ainsi que les grès, disparaissent également par étirement.

Par contre, l'ophite et les schistes primaires acquièrent une puissance plus considérable. Plus à l'Est encore, le lambeau de schistes primaires est étiré à son tour, si bien bien qu'aux environs des villages d'Aniz et de Ciga il ne reste plus que l'ophite pour jalonner le contact anormal séparant le flysch de la nappe supérieure formée de marbres. Cette ophite d'ailleurs est bréchiforme et renferme çà et là des petits fragments de grès permotriasiques, schistes primaires, cargneules, gypse, argiles bariolées, etc.

A 2^{km} au Nord-Est, près d'Irurita, la zone des écailles reprend brusquement son ampleur primitive; en même temps le flysch se réduit peu à peu

et disparaît au flanc du monte Irular, à 700m au nord-ouest d'Irurita, sous la zone des écailles et les massifs chevauchants du sud : il ne se montre plus jusqu'à la frontière. Peut-être pourrait-on considérer comme une réapparition de cette même bande le lambeau qui sort de sous le Primaire au sud de Saint-Jean-Pied-de-Port.

Aux environs d'Irurita, la zone des écailles comprend des calcaires et des schistes dévoniens, des argiles bariolées, des cargneules et de l'ophite, ainsi qu'une autre lentille de granite dont la partie visible n'a que quelques mètres. Ce granite, également très écrasé, paraît dériver d'un type plus riche en mica que les types précédemment étudiés.

Comment peut-on interpréter la présence de lentilles de granite mylonitique dans une zone de broyage surtout formée de terrains secondaires ?

On ne connaît dans le Pays basque que deux massifs de roches granitiques : massif de la Haya et massif du Labourd. Or les travaux de MM. P. Termier, L. Bertrand et P. Viennot (1) ainsi que de moi-même ne laissaient subsister aucun doute sur l'origine charriée de l'une et l'autre de ces unités.

Tous les faits constatés portaient à croire que les racines des nappes devaient se trouver au Sud. Cependant, contre cette manière de voir, on avait élevé une objection : la partie axiale de la chaîne pyrénéenne dans la région considérée, c'est-à-dire les crêtes navaraises, étaient formées de couches jurassiques et crétacées dans lesquelles on n'avait jamais rencontré de granite.

La question semble maintenant tranchée : les lentilles de granite ci-dessus décrites s'égrènent le long d'un contact anormal et représentent très probablement la liaison des racines toutes proches avec les unités tectoniques situées plus loin vers le Nord. Quant aux racines mêmes, elles sont cachées par la nappe supérieure formée de marbres.

Doit-on rapprocher les granites de la Haute-Bidassoa des granites de la Haya ou des types pegmatiques du Labourd ? Il est difficile de préciser, en raison de l'état mylonitique des roches. Tout ce qu'on peut affirmer est

---

(1) P. Termier et L. Bertrand, *Sur la tectonique du Pays basque français* (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 910-924). — P. Viennot, *La nappe du Labourd, pays basque français* (*Ibid.*, t. 176, 1923, p. 1234). — P. Lamare, *Sur quelques particularités de la structure du Pays basque espagnol et sur le caractère tectonique de la région* (*B. S. G. F.*, 4e série, t. 23, 1923, p. 185-192).

que seules les pegmatites du Labourd présentent des parties aussi franchement mylonitiques (¹).

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du Plateau d'Aigurande (Indre) et sur les dislocations des environs de Néris (Allier).* Note de M. G. **Mouret**, présentée par M. Pierre Termier.

Je désigne sous le nom de Plateau d'Aigurande ce grand compartiment du Massif Central qui, au nord de la chaîne de granulite de Toulx-Sainte-Croix, s'étend de l'Est à l'Ouest, de la vallée du Cher jusque vers la Trimouille (Haute-Vienne).

M. de Launay a signalé, autrefois (²), l'existence sur ce plateau de deux affleurements très restreints, l'un à Boussac-les-Églises, et l'autre à Falconnet, à l'ouest d'Huriel, d'une sorte de brèche à fragments et galets de micaschistes, roche qu'il a rattachée « très hypothétiquement », suivant son expression, aux grès du Culm.

Je n'ai pu, dans ma campagne de cette année, visiter l'affleurement de Falconnet, situé sur la voie ferrée et invisible ailleurs, mais seulement celui de Boussac. J'ai constaté que la roche signalée par M. de Launay est une mylonite bien caractérisée; elle sert de fondation à l'église. *J'ai aussi constaté que cette roche appartient à une zone de fracture en grande partie formée de gneiss*, orientée à peu près ENE-WSW et dont la largeur est au moins de 500^{m}. Faute de temps, je n'ai exploré cet accident que sur 25^{km} environ de longueur, depuis Leyrat, à l'est de Boussac, jusqu'au pont du Gat, sur la route nationale de Guéret à La Châtre. La longueur totale de la zone, laquelle doit traverser tout le Plateau d'Aigurande, peut être estimée à 80 ou 100^{km}.

Les roches qui la composent, disloquées, laminées ou écrasées, s'observent, dans la région que j'ai étudiée, notamment aux environs des deux Boussac, au pont de la Planche, près de Boussac-Ville, à la Rairie, à Malleret, et aux Boissières, près de Saint-Dizier-les-Domaines, où la roche

---

(¹) L. Bertrand, *Sur le contact des massifs primaires du Labourd et du Baygoura, à Louhossoa (Basses-Pyrénées)* (*C. R. somm. S. G. F.*, janvier 1919, p. 15-16). — P. Lamare, *Sur le massif ancien du Labourd (Basses-Pyrénées)* (*Ibid.*, 2 mai 1921, p. 122-123).

(²) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série, t. 16, 1888, p. 1079 et 1087.

triturée a été attribuée par Mallard ([1]) au « terrain de transition ». Au pont du Gat, la route nationale traverse en biais, sur une grande longueur, la zone de dislocation.

Dans la région explorée, la zone sépare des terrains de nature différente. Au Nord, occupant la majeure partie du Plateau d'Aigurande, ce sont des micaschistes et des gneiss quartzeux à grain fin, en petits bancs ou en minces plaquettes, déjà décrits par M. de Launay ([2]). Ces roches sont très différentes des gneiss normaux, plus ou moins granitiques, qui s'étendent au sud de la zone, sur une largeur d'environ 4^{km}. Ceux-ci sont traversés à Huriel, à Saint-Dizier-les-Domaines, à Chatelus-Malvaleix, au Bourg d'Hem, par d'épaisses séries d'amphibolites qu'on ne retrouve pas au nord de la zone.

Le prolongement général, tant des gneiss que des schistes, aux abords de la zone, est très prononcé et dirigé vers le Sud, de sorte que ces diverses roches semblent passer sous la chaîne granulitique de Toulx-Sainte-Croix. Le Plateau d'Aigurande se trouve donc divisé, par l'accident que je signale, en deux compartiments bien distincts, dont la limite commune n'est pas très différente de la limite des gneiss et des micaschistes, telle qu'elle est figurée sur la feuille géologique de Montluçon.

Il est probable qu'il faut rattacher à la zone de Boussac des roches avec « poudingues » que Mallard ([3]) a observées à Colondanne et sur le chemin des Valettes au Ris (à 30^{km} à l'ouest du Pont du Gat) et qu'il a rapportées au « terrain de transition ». En fait, j'ai constaté qu'au Ris et à la Villatte, sur le chemin des Valettes, l'existence de granulites très laminées, qui contiennent par place des parties écrasées. J'ajouterai que, encore plus loin à l'Ouest, la route de Saint-Léger-Bridereix à Nothe traverse, entre le Moulin de Saint-Léger et la Fresse, les mêmes granulites laminées, particulièrement disloquées à la Fresse, en pleine chaîne granulitique.

A l'est de Boussac et de Leyrat, la zone de dislocation, au lieu d'empiéter sur la chaîne de granulites, s'en éloigne, et si sa direction ne se modifie pas, elle passerait, non par l'affleurement mylonitique de Falconet, mais par la Chapelaude. Dans tous les cas, elle vient, sans doute, buter à la vallée du Cher, contre le massif d'Hérisson, en grande partie granitique. Peut-

---

([1]) Mallard, *Journal de voyage* (1857-1860), p. 22; *Bull. Soc. des Sc. nat. de la Creuse*, t. 22, 1922, p. 1.

([2]) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série, t. 16, 1888, p. 1050.

([3]) Mallard, *Op. cit.*, p. 43.

être là, par un accident du genre de celui que j'ai constaté, cette année [1], à Bourganeuf, se rattache-t-elle à une importante dislocation, bien visible au sud-est de Montluçon, et dont je n'ai encore déterminé ni l'étendue ni même la direction.

Il y a peu d'années, M. de Launay [2] a signalé des affleurements de mylonites dans les environs de Néris, à Sainte-Agathe, à Pérassier, à Cerclier, à Landier. J'ai eu l'occasion de visiter rapidement ces différents points, où la roche disloquée a parfois été confondue avec celle du terrain houiller, *et j'ai constaté que les affleurements en question ne sont pas des affleurements isolés, mais qu'ils appartiennent à une puissante zone de fracture*, sur laquelle serait assis, en partie, le bassin houiller de Commentry, et que traverse la ligne ferrée, actuellement en construction, de Montluçon à Goutières.

Les profondes tranchées de cette ligne, ouvertes dans des gneiss et des granites traversées de filons de porphyre, offrent, entre Montluçon et Néris, la plus belle coupe que l'on puisse observer, dans les terrains cristallins de l'ouest du Massif Central, d'une zone de dislocation typique. Cette coupe, qui mérite de deveuir classique, met en lumière, avec une netteté incomparablement plus grande, les caractères que, par le seul examen de la surface du sol, j'avais pu discerner dans la zone de dislocation de Glénic et d'Ajain [3]. Dans les talus de déblais de la voie ferrée, dont la hauteur atteint parfois 10^{m} sur l'axe, les mylonites apparaissent étroitement localisées, et remplissent, à la manière d'un ciment, les interstices compris entre les gros blocs résistants et apparemment intacts, de la masse générale disloquée. On peut ainsi se convaincre que l'existence d'une zone de dislocation n'est pas nécessairement liée à la continuité de roches écrasées. Celles-ci peuvent ne constituer que des amas des lentilles plus ou moins grandes, des veines ou des lits, au sein de la zone de dislocation, dont les autres parties peuvent être brisées, mais n'ont pas subi, en apparence du moins, de déformations.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 179, 1924, p. 1176.
(2) *Comptes rendus*, t. 165, 1913, p. 1434.
(3) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 401.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de l'*Elephas planifrons *et de trois mutations de l'*Elephas antiquus *dans les couches géologiques de Roumanie.* Note ([1]) de M. SABBA STEFANESCU.

A l'exception de Maria Pavlow ([2]) qui a rapporté à l'*Elephas* af. *planifrons* une molaire qu'elle a reçue de Ferladany (Fârladeni) en Bessarabie, personne à ma connaissance n'a indiqué jusqu'à présent cette espèce dans les couches géologiques de Roumanie. Or plusieurs molaires et quelques moitiés de mandibules d'éléphants de ma collection présentent des caractères qui rappellent de très près ceux de l'*Elephas planifrons*. Par conséquent, je puis affirmer que cette espèce est non seulement représentée mais qu'elle est l'une des plus répandues dans les couches pliocènes et pléistocènes de notre pays. Mais n'ayant pas recueilli moi-même ces fossiles, il me paraît hasardeux de préciser leur âge géologique. Je me contenterai donc de les étudier strictement au point de vue zoologique, en indiquant les principales localités d'où elles proviennent, à savoir : les villages Balanoaïa et Fratesti, district de Vlasca, Vasilatzi (Vâlcea), Câlnau (Buzau) et Colintina dans les environs de Bucarest (Ilfov).

D'autre part, vu la grande variabilité des caractères spécifiques de l'*Elephas planifrons*, il est absolument nécessaire de reviser ces caractères afin de conclure, s'il y a lieu, à l'existence d'une seule ou de plusieurs mutations, ou même à l'existence d'une seule ou de plusieurs espèces, confondues ensemble par les paléontologistes qui m'ont précédé. Dans ce but je pratiquerai *ma méthode de recherches basée sur l'organisation des lames isolées des molaires*, méthode naturelle qui tout récemment m'a permis de reconnaître que la molaire provenant de Tulucesti (Covurlui) et rapportée par Sava Athanasiu ([3]) à l'*Elephas* cf. *meridionalis*, doit être attribuée à une mutation ancestrale de l'*Elephas antiquus*, que j'ai dénommée *rumanus*.

Je n'insiste pas pour le moment sur les caractères de cette mutation qui, à mon avis, est la plus rapprochée de l'origine mastodontide de l'espèce *antiquus*. J'ajoute seulement que la mutation *ausonius* de l'Italie lui succède

---

([1]) Séance du 8 décembre 1924.

([2]) *Les éléphants fossiles de la Russie*, 1910.

([3]) *Mamifere pliocene de la Tulucesti, districtul Covurlui*, 1915.

et que la mutation de Weimar et Taubach (Allemagne), que je désigne sous le nom *germanicus*, est la plus récente.

Toutes ces trois mutations ont été trouvées en Roumanie : *rumanus* à Tulucesti (Covurlui), *ausonius* à Colintina (Ilfov), *germanicus* à Tânganu (Ilfov).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'un glucoside dédoublable par l'émulsine dans le* Baillonia spicata *H. Bn. et sur les produits de dédoublement de ce glucoside.* Note (1) de M. **H. Hérissey**, présentée par M. Guignard.

Le *Baillonia spicata* H. Bn. est un arbuste qui, décrit d'abord sous le nom de *Ligustrum spicatum* par Jacques (2) et classé comme tel dans la famille des Oléacées, a été ensuite rangé dans les Verbénacées sous le nom de *Lippia ligustrifolia* (3), puis rattaché par Baillon (4) au genre *Baillonia* créé par H. Bocquillon (5).

Dans le présent travail, j'ai utilisé comme matière première, à l'état frais, 2660^g de jeunes rameaux feuillus de *B. spicata*, provenant de la Villa Thuret, à Antibes; 410^g de ces rameaux avaient été récoltés dans le milieu de décembre 1921, le reste à la mi-novembre 1922; il ne m'a pas été possible, jusqu'à présent, de me procurer une plus grande quantité de cette plante.

La plante fraîche, traitée par l'alcool bouillant, a fourni un extrait qui a été repris par l'eau, de telle sorte que 100$^{cm^3}$ de liqueur aqueuse correspondaient à 100^g de produit initial; cette solution, traitée par l'émulsine, a subi un changement de sa rotation polarimétrique se traduisant par un retour de 11°4′ ($l = 2$) vers la droite, en même temps qu'on y constatait la formation de 2^g,6878 de sucre réducteur, exprimé en glucose, pour 100$^{cm^3}$. Cette observation démontrait nettement la présence en quantité notable, dans le *Baillonia spicata*, d'un ou de plusieurs principes glucosidiques dédoublables par l'émulsine.

L'extraction d'un tel glucoside, à l'état pur, ayant été tentée en vain, j'ai

---

(1) Séance du 8 décembre 1924

(2) *Revue horticole*, 1863, p. 339.

(3) Thuret, *ex Decne in Fl. des Serres*, t. 22, 1877, p. 11; d'après *Index kewensis*, t. 3, 1894, p. 81.

(4) *Bull. Soc. Linnéenne*, Paris, t. 2, 1890, p. 880.

(5) *Adansonia*, t. 2, 1861-1862, p. 251 et planche VII.

été amené, à la suite d'observations dont le détail sera donné ailleurs, à poursuivre l'obtention des produits de dédoublement de ce glucoside. Ce dernier, mélangé d'impuretés, était retiré des extraits primitifs au moyen de l'éther acétique; les liqueurs éthéro-acétiques étaient évaporées et le résidu, repris par l'eau, était soumis à l'action de l'émulsine. On obtenait ainsi des mélanges fermentaires constitués par une liqueur limpide surnageant un précipité coloré en brun et visqueux.

La liqueur a fourni le sucre résultant du dédoublement du glucoside; ce sucre a été identifié au glucose d ($[\alpha]_D = +52°,37$).

Quant au précipité, j'ai pu, par des traitements appropriés, en extraire un autre produit d'hydrolyse que je désigne sous le nom de *baillonigénol*; le glucoside correspondant, s'il vient à être isolé, devra s'appeler, par suite, le *baillonioside*.

Propriétés du baillonigénol. — Ce corps se présente sous formes de longues aiguilles prismatiques, enchevêtrées, très légères, incolores. Il cristallise anhydre. L'odeur et la saveur sont nulles.

La fusion instantanée, au bloc, s'observe à 185-186°.

Le baillonigénol est très peu soluble dans l'eau (moins de 0,50 pour 1000), assez soluble dans l'alcool à 95°, très peu soluble dans l'éther, soluble dans l'acide acétique cristallisable, d'où l'addition d'eau le précipite à l'état cristallisé.

Le baillonigénol est doué du pouvoir rotatoire; en solution dans l'alcool à 90°,

$$[\alpha] = -36°,37;$$

la solution alcoolique devient dextrogyre par addition de soude.

Le baillonigénol ne décompose pas le bicarbonate et le carbonate neutre de sodium; il est soluble dans la lessive de soude étendue, en donnant une liqueur jaune. L'addition d'un acide à cette dernière n'en précipite pas le corps primitif, mais un corps de nature acide fondant vers 131°. Il faut donc incontestablement attribuer une fonction lactone au baillonigénol.

Trois analyses effectuées sur ce composé, qui n'est pas azoté, ont donné les résultats suivants, pour 100 : carbone, 63,56, 62,69, 63,57; hydrogène, 5,72, 5,88, 5,89.

En résumé, il existe dans le *Baillonia spicata* H. Bn. un glucoside hydrolysable par l'émulsine dont la présence, révélée par la méthode biochimique, a été confirmée par l'obtention, à l'état pur et cristallisé, de deux produits résultant de son dédoublement, le glucose d et le baillonigénol. Ce dernier est un composé lactonique, dès maintenant bien caractérisé par les propriétés qui en sont données dans le présent travail.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les conditions de stabilisation de l'iode chez les* L. flexicaulis. Note [1] de M. P. **Freundler**, présentée par M. A. Béhal.

Nous avons établi [2] que la teneur en iode dosable du *L. flexicaulis* subit généralement un accroissement lorsque l'on conserve les algues pendant quelque temps, à l'abri de tout apport extérieur; la vitesse avec laquelle cet accroissement se produit dépend de la température, du milieu (P_H et concentration saline) et du mode de sectionnement (maintien ou séparation de la zone stipofrondale d'avec le tissu considéré). Ces constatations ont été soumises à de nouvelles vérifications dont les résultats numériques seront publiés dans un Mémoire d'ensemble.

Nous avons réussi, d'autre part, à stabiliser de trois façons différentes la teneur initiale en iode de ces algues, à savoir : en augmentant la concentration saline, en chauffant brutalement les tissus en vase clos à 110° et en les desséchant complètement à 105°.

1° *Stabilisation par augmentation de la concentration saline.* — Les échantillons, sectionnés et pesés deux heures après la récolte, sont enfermés dans des bocaux à bouchon rodé qu'on remplit jusqu'à affleurement d'eau de mer additionnée de 6 pour 100 de KCl. Liquide et tissus sont ensuite analysés à des époques plus ou moins éloignées; les taux d'iode obtenus dans ces conditions sont pratiquement constants.

Voici, à titre d'exemple, des chiffres qui se rapportent à des stipes récoltés le 17 mai 1923 et conservés avec leur zone stipofrondale. Au-dessous sont inscrites les teneurs d'échantillons identiques, immergés pendant le même temps dans du bisulfite de chaux et analysés respectivement aux mêmes dates. La détermination du taux initial avait donné 0,295.

	Dates des analyses.........	27 mai.	3 juin.	17 juin.
Teneur en iode pour 100 des tissus secs.	Saumure..	0,35	0,34	0,36
	Bisulfite...	0,71	0,81	0,88

2° *Stabilisation par chauffage brutal à* 110°. — Les échantillons frais (stipes fendus longitudinalement ou lanières enroulées) sont introduits dans des tubes tarés en verre pyrex qu'on scelle aussitôt. Ces tubes sont alors plongés et maintenus pendant une demi-heure dans une solution saline chauffée au préalable à 110°. Des tubes témoins, préparés avec des échantillons identiques, ont été conservés tels quels. Les uns et les autres ont été analysés au bout de deux mois par combustion dans un cou-

(1) Séance du 8 décembre 1924.

(2) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 515 et 1625.

rant d'oxygène et en présence d'amiante platinée et de toile d'argent (1). Les chiffres ci-dessous se rapportent à des stipes récoltés en septembre 1923.

	Iode pour 100.
Tubes chauffés	0,40
Tubes non chauffés	0,84

Le taux initial déterminé par incinération sur des stipes séchés à l'étuve était 0,43.

D'autres expériences ont été faites en chauffant les tubes à 80° seulement; dans ces conditions, l'accroissement de l'iode dosable est accéléré.

3° *Stabilisation par dessiccation à* 105°. — Les tissus frais de *L. flexicaulis* conservent leur taux initial lorsqu'on les sèche à l'étuve à 105°, surtout lorsque l'opération est conduite rapidement; ce taux s'est maintenu dans des algues conservées plusieurs mois. Il ne s'agit pas ici d'une perte d'iode par volatilisation; en effet, si l'on traite l'un des échantillons par de l'eau de mer additionnée de 2 pour 100 de fluorure de sodium, réactif qui accélère l'accroissement de l'iode, et si, après un mois de contact à froid, on dose l'iode par le procédé habituel, on obtient un chiffre qui correspond à peu près au taux maximum (0,71 au lieu de 0,74).

Cette dernière expérience exclut l'hypothèse d'une intervention diastasique *directe* sur le phénomène d'accroissement de l'iode, hypothèse qui semblait résulter des observations rappelées au début de cette Note. Nous pensons plutôt que le maintien du taux initial bas est lié à la conservation ou à la coagulation de la matière protoplasmique; l'accroissement se produirait au cours de l'hydrolyse de cette dernière, hydrolyse réalisable spontanément par les diastases de l'algue, artificiellement par le fluorure de sodium (2).

L'étude photochimique de l'iodure stanneux (3) nous a donné l'occasion d'observer une action stabilisatrice de l'azote organique, que nous pensons n'être pas sans relation avec les phénomènes qui se passent dans les algues : une goutte de pyridine empêche la transformation du produit potassique jaune en produit rouge par la lumière ou la chaleur; elle empêche aussi la formation du produit sodique rouge par addition d'iodure de sodium au corps jaune obtenu en présence d'un excès de chlorure stanneux. Les mêmes effets sont produits par les pyrrols qui se forment dans la distillation avec la chaux à 300° de la cellulose azotée des algues (4).

---

(1) Mlles Lelièvre et Menager, *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 1315.

(2) L'action hydrolysante du fluorure de sodium a été signalée par Dastre, notamment dans le cas de la fibrine (*Comptes rendus*, t. 118, 1894, p. 959).

(3) P. Freundler et Mlle Laurent, *Comptes rendus*, t. 179, 1924, p. 1049.

(4) *Bulletin de l'Office des Pêches maritimes*, t. 26, 1922, p. 42.

MYCOLOGIE. — *Contribution à l'étude des Dermatophytes.* Note de M. L. **Grigoraki**, présentée par M. L. Mangin.

L'étude cytologique et morphologique de Dermatophytes appartenant aux genres *Microsporon*, *Trichophyton*, *Achorion*, *Epidermophyton*, *Endodermophyton*, nous a permis d'obtenir un certain nombre de résultats nouveaux que nous croyons devoir résumer ici.

A. Divers champignons parasites appartenant à des espèces, genres et groupes très différents peuvent être la cause d'un même syndrome; de même, une seule espèce peut causer plusieurs types de lésions. La nomenclature mycologique établie d'après la nature clinique de lésions et suivant les conceptions que nous avons sur les maladies microbiennes se trouve donc erronée; elle a été cause que l'on a réuni dans de mêmes genres ou de mêmes groupes des espèces mycologiquement très différentes. C'est ainsi que, selon qu'une même espèce provoque un godet favique ou qu'elle occasionne une microsporie, on la classe comme un *Achorion* ou un *Microsporon*. Les genres *Microsporon*, *Trichophyton*, *Achorion*, *Epidermophyton*, *Endodermophyton* reposent sur des bases purement cliniques. Il est donc nécessaire de les réviser.

B. Dans tous les milieux de culture, les Dermatophytes se pléomorphisent. Ce pléomorphisme qui est une forme spéciale de polymorphisme se manifeste par une dégradation du mycelium et des corps reproducteurs. Cette dégradation est constante, mais elle est plus ou moins longue à apparaître, suivant les milieux et les espèces, elle se manifeste, soit dès les premières cultures ou à la suite d'un grand nombre d'ensemencements et dans un temps qui varie de trois mois à trois ans. Des facteurs biochimiques ou physiques influent sur le temps de son apparition qui peut devenir ainsi plus ou moins long; mais néanmoins, cette dégradation est constante et se manifeste toujours et dans n'importe quelles conditions. Ce pléomorphisme se traduit par les modifications suivantes:

a. Apparition d'un duvet blanc pléomorphique qu'on observe microscopiquement dans les cultures.

b. Amincissement des filaments, allongement et régularisation des parois des articles et vacuolisation plus accentuée.

c. Simplification des corps reproducteurs dont la forme marche de pair avec une diminution de la densité du cytoplasme.

Les fuseaux que nous considérons comme caractéristiques de certaines espèces subissent une modification dans le nombre de leurs loges qui tend à diminuer et finalement à un stade de dégradation plus avancée, ces fuseaux ne sont constitués que par une seule loge et prennent ainsi un caractère de grosses chlamydospores : ces dernières mêmes, à leur tour, diminuent de volume et se transforment en petites chlamydospores correspondant aux corps reproducteurs désignés par Vuillemin sous le nom d'aleuries. En dernier lieu, le mycelium peut finir par devenir absolument stérile.

C. L'étude que nous avons faite de certains *Gymnoascés*, l'assimilation des vrilles à des ornements des périthèces ou celles des corps nodulaires à des périthèces avortés, joints à d'autres caractères nous amènent à adopter les idées émises par Matruchot et Dassonville et à considérer les Dermatophytes comme des formes appartenant aux *Gymnoascés*. Nous divisons donc ces Dermatophytes en deux groupes :

1. *Gymnoascées*. — Ce groupe caractérisé par l'existence de périthèces comprendra le genre *Matruchotiella* avec une seule espèce : *Matruchotiella Currii* = *Trichophyton Currii* et le genre *Eidamella* avec une seule espèce : *Eidamella spinosa*.

2. *Atelogymnoascées*, ou Gymnoascées imparfaites, c'est-à-dire ayant perdu le pouvoir de former des périthèces.

Un certain nombre de ces espèces présentent dans les premières cultures des fuseaux très caractéristiques qui se dégradent plus ou moins rapidement par le pléomorphisme. D'autres apparaissent directement avec des fuseaux dégradés; les autres enfin ne présentent que des grosses chlamydospores et des aleuries que l'on peut supposer résulter d'une dégradation des fuseaux. On voit donc que le pléomorphisme aboutit en somme à un monomorphisme et que les espèces présentant des fuseaux caractérisés aboutissent à la suite du pléomorphisme à des formes semblables aux espèces du dernier type. Aussi doit-on autant que possible pour déterminer une espèce se fonder sur les caractères de la culture mère.

Ce groupe des Atelogymnoascées comprend les genres suivants :

a. Le genre *Spirallia*, présentant des vrilles (ornements de périthèces) qu'on observe pendant toute l'évolution des espèces dont la diagnose est ainsi rendue très facile.

b. Le genre *Closterosporia*, se reproduisant par fuseaux qui seuls persistent dans les cultures mères âgées. Le nombre des loges, ainsi que la forme de ces fuseaux, nous a permis de rapprocher certaines espèces qui se ressemblent également par leurs autres caractères.

c. Le genre *Closteroaleurosporia*, dont les espèces possèdent seulement des fuseaux dégradés et des chlamydospores d'une grosseur inégale.

d. Le genre *Chlamydoaleurosporia*, qui ne montre que de grosses chlamydospores et des petites ou aleuries.

e. Le genre *Aleurosporia*, qui n'offre comme corps reproducteurs que des aleuries.

Les cultures géantes de ces genres sont blanches, sauf certaines exceptions dépendant du milieu, ou sont pigmentées et en ce cas perdent leur pigment au cours du pléomorphisme ; néanmoins elles deviennent toujours duveteuses; ce duvet blanc apparaît tardivement dans les genres *Spirallia* et *Closterosporia*, et à la suite d'un certain nombre d'ensemencements, tandis qu'il apparaît dès la culture mère dans le genre *Closteroaleurosporia*, *Chlamydoaleurosporia* et *Aleurosporia*, qui représentent des espèces dégradées. La virulence des espèces dégradées semble faible et n'occasionne que des épidermomycoses ou n'atteignent que la surface du cheveu; par contre, les espèces de genres *Spirallia* et *Closterosporia* qui représentent des formes plus parfaites, sont plus virulentes et attaquent le follicule pileux ainsi que l'intérieur du cheveu. Le pléomorphisme diminue la virulence des espèces et l'inoculation de cultures sur animal est souvent négative ou n'occasionne que des lésions légères apparaissant comme des simples éléments éruptifs. Ainsi un favus que nous avons contracté au cours de notre travail ne nous a occasionné qu'une simple lésion érythémato-squameuse sur la paupière inférieure de l'œil gauche.

D. Toutes les espèces des genres *Trichophyton*, *Microsporon*, *Achorion*, *Epidermophyton*, *Endodermophyton*, dont les corps reproducteurs ne sont ni des fuseaux ni des chlamydospores, ni des aleuries, mais des arthrospores, doivent être classés dans les Arthrosporés (classification Vuillemin). Suivant que ces arthrospores présentent un ou plusieurs noyaux, nous les divisons en Arthrosporés monoculéés et polynucléés.

Les Dermatophytes étudiés ici sont tous polynucléés et nous créons pour eux le genre *Arthrosporia*. Les espèces de ce genre présentent toutes des cultures glabres. Leur pléomorphisme s'effectue très lentement et se manifeste par l'allongement des filaments, par la diminution du nombre des arthrospores qui apparaissent finalement comme des chlamydospores intercalaires, puis comme des petites chlamydospores ou aleuries.

BOTANIQUE. — *Évolution de l'excitabilité amylogène des plastes dans les cellules à réserves d'amidon.* Note de M. **A. Maige**, présentée par M. Marin Molliard.

Si l'on dispose sur du buvard humecté d'eau les cotylédons extraits d'une graine fraîche de Haricot (Var. Lingot) de dimensions normales, prélevée vers la fin de la période de synthèse, les volumineux grains d'amidon, que renferment les cellules, entrent dans la période d'hydrolyse, qui se traduit par l'apparition à leur intérieur des fentes de dissolution caractéristiques. On voit alors, au bout d'un temps qui varie de un à plusieurs jours suivant les graines ($t = 20°$), apparaître dans les cellules de petits plastes à condensation lente presque tous uniloculaires, qui deviennent peu à peu très nombreux en même temps que la proportion des éléments pluriloculaires devient plus grande. Si l'expérience continue, ces plastes verdissent au bout d'un temps variable suivant les graines. Le début de cette production de nouveaux plastes amylifères peut s'observer dans la graine pendant la période d'hydrolyse qui accompagne la maturation, mais ces plastes disparaissent presque tous au cours de la dessiccation. Au moment de la germination de la graine sèche ces plastes réapparaissent très nombreux et Li Koue Tchang qui a étudié leur formation a montré qu'ils provenaient probablement de chondriocontes.

Dans l'embryon jeune, les cotylédons renferment dans toutes leurs cellules, sauf l'épiderme et les cellules des faisceaux, des grains d'amidon uniloculaires de forme irrégulière, assez fréquemment allongée avec contour plus ou moins bosselé et extrémités souvent en fuseau. Ces grains d'amidon sont inclus dans des plastes de même contour dont le stroma, parfois plus épais en certains points, est légèrement teinté de vert par la chlorophylle. Si l'on coupe transversalement un de ces cotylédons chez un embryon à la période de synthèse, et que l'on expose la section au contact d'une solution de glucose à 5 pour 100 ($t = 20°$, $d = 24^h$), on provoque une réaction amylogène nette, qui se traduit par l'accroissement de volume des grains existants et par l'apparition de quelques plastes amylifères nouveaux de même forme, mais on ne détermine jamais la production des nombreux plastes du type précité qui caractérisent la période de l'hydrolyse.

Il existe donc dans les cellules des cotylédons deux sortes de plastes amylogènes; les uns sont actifs, doués dès le début de la période de syn-

thèse d'une excitabilité amylogène accentuée, les autres n'acquièrent ces propriétés dans l'évolution naturelle de la graine, que beaucoup plus tard, lorsque les premiers sont entrés dans la période hydrolytique.

Pendant la période de synthèse des premiers, ces derniers plastes existaient à l'état de plastes inactifs (ayant sans doute, d'après ce qui précède, la forme de chondriocontes) et il est permis de se demander s'ils ne correspondent pas à cette partie du chondriome à laquelle Guilliermond a donné cette désignation.

Il y a lieu de remarquer cependant que l'hydrolyse des gros plastes amylifères primitifs n'est pas indispensable d'une manière absolue au déclanchement amylogène de nouvelles unités plastidales de la cellule. On peut observer en effet, fréquemment dans les cotylédons du Haricot l'apparition, vers la fin de la période de synthèse, de nouveaux plastes amylifères très peu nombreux à forme arrondie, à condensation assez rapide, et à volume final variable. Ces plastes passent à l'hydrolyse, avec les fentes caractéristiques, en même temps que les volumineux plastes primitifs qu'ils accompagnent. Ils appartiennent à la même génération que ces derniers mais en diffèrent par leur apparition tardive et la faible durée de leur développement amylogène.

Comment expliquer cette évolution des diverses unités plastidales de la cellule. Si l'on sectionne transversalement un cotylédon de Haricot prélevé au début de l'hydrolyse, mais avant l'apparition des nombreux plastes qui la caractérisent, et si l'on dispose ($t = 20°$) l'une des moitiés sur du buvard humide et l'autre sur une solution de glucose à 5 pour 100, on constate, en suivant comparativement l'évolution amylogène pendant plusieurs jours des cellules voisines de la section, que l'apparition des nouveaux plastes est plus précoce et que leur nombre, leur volume et l'état de leur condensation progressent beaucoup plus rapidement dans les cellules cultivées sur glucose. D'autre part, dans ces mêmes cellules, la réaction amylogène, nulle chez les volumineux plastes primitifs, se manifeste chez les plastes à formation tardive de la même génération dont il a été question plus haut; elle est toujours nulle chez les plus volumineux d'entre eux mais elle peut être nette chez beaucoup de petits et de moyens où elle se traduit par une couronne de substance amylacée peu condensée entourant le grain central qui présente les fentes de l'hydrolyse. Dans tous les cas la réaction de ces plastes de première génération est beaucoup plus faible que celle des plastes nouvellement apparus.

Si l'on rapproche ces faits de la réaction amylogène très nette que les

plastes amylifères primitifs présentaient dans les cellules jeunes en présence de glucose, on peut conclure que l'excitabilité amylogène des plastes va en décroissant avec leur fonctionnement, et que cette diminution se traduit par une élévation progressive du seuil de condensation. Il en résulte que ce seuil a pu être dépassé, dans l'expérience précédente, chez les plastes de première génération petits ou moyens qui avaient peu fonctionné, mais qu'il n'a pas été atteint chez les plastes volumineux de même catégorie ou chez les gros plastes amylifères primitifs.

On rencontre des faits analogues aux précédents dans l'évolution histo-physiologique du tubercule de pomme de terre ou des rejets qui se développent sur les tubercules non ensemencés. Il se forme tout d'abord dans les cellules de ces derniers une génération de nombreux et volumineux grains d'amidon uniloculaires, puis avec la période d'hydrolyse, survient une seconde génération de petits plastes amylifères pluriloculaires, dont le développement, qui suit la marche de l'hydrolyse, se manifeste d'abord comme celle-ci dans la zone périphérique de l'écorce, puis dans la zone interne et enfin dans la moelle.

L'évolution des plastes dans les graines de *Lupinus albus* est très différente de celle qu'offrent les exemples précédents. L'embryon jeune possède dans toutes ses parties des plastes chlorophylliens pourvus de petits grains d'amidon qui s'accroissent au cours du développement de la graine. Pendant la maturation et la dessiccation ces grains disparaissent ainsi que la chlorophylle pour se reformer de nonveau en même temps que cette dernière dans les mêmes corpuscules au moment de la germination sans qu'à aucun moment il n'y ait apparition d'une nouvelle génération de plastes amylogènes provenant d'éléments antérieurement inactifs.

En résumé il ressort principalement de ce qui précède qu'il peut exister dans les cellules à réserves d'amidon des plastes d'excitabilité amylogène très différente. Les uns pourvus d'une excitabilité accusée dès le début de l'évolution de la cellule produisent de l'amidon pendant une période de synthèse plus ou moins prolongée, mais leur seuil de condensation, s'élevant avec leur fonctionnement, devient supérieur au taux de sucre de la cellule, et cette phase de synthèse fait place à une phase d'hydrolyse. Les autres plastes restent, par suite d'un manque d'excitabilité, à l'état de plastes inactifs pendant toute la période de synthèse des premiers, et ne déclanchent leur activité amylogène que lorsque ceux-ci entrent en voie de dissolution.

PHYSIOLOGIE. — *Fixation du chloroforme par le système nerveux central et les nerfs périphériques.* Note [1] de MM. **Maurice Nicloux** et **A. Yovanovitch**, présentée par M. Widal.

La fixation du chloroforme par les différentes parties du système nerveux, au cours de l'anesthésie chloroformique, a déjà fait l'objet d'un certain nombre de travaux dus notamment à Nicloux [2], Nicloux et Mlle S. Frison [3]. L'étude de la fixation du chlorophorme par les nerfs périphériques avait été jusqu'ici réservée, en raison de l'impossibilité d'effectuer un dosage précis du chloroforme sur un nerf, dont le poids, toujours très petit, atteint à peine 2^{g}; et l'on comprend ainsi pourquoi toute nouvelle recherche sur cette intéressante question devait avoir comme base un micro-dosage du chloroforme dans le sang et les tissus. L'un de nous ayant résolu tout récemment le problème qui consiste à doser $0^{mg},5$ ou 1^{mg} de chloroforme au centième de milligramme près [4], nous avons pu aborder aisément la question que nous nous étions posée et établir sans difficulté les premiers résultats que nous soumettons aujourd'hui à l'Académie.

Nos expériences ont été conduites de la façon suivante :

---

(1) Séance du 1er décembre 1924.

(2) Maurice Nicloux, *Les Anesthésiques généraux au point de vue chimico-physiologique*, 1 vol. in-8 jésus, 1908, 213 pages, 30 figures; Paris, O. Doin, éditeur.

(3) Mlle S. Frison et Maurice Nicloux, *Quantités de chloroforme fixées par la substance grise et par la substance blanche du cerveau au moment de la mort par cet anesthésique* (*Société de Biologie*, t. 62, 1907, p. 1153; *Cause des différences de fixation du chloroforme par la substance grise du cerveau* (*Société de Biologie*, t. 63, 1907, p. 220).

(4) Maurice Nicloux, *Micro-dosage du chloroforme dans le sang et les tissus* (*Société de Biologie de Strasbourg*, t. 91, séance du 21 novembre 1924, p. 1282). Sans entrer dans le détail, il nous paraît utile de résumer en quelques lignes la technique. On distille le sang ou les tissus (hachés au sein de l'alcool) en présence d'un excès d'alcool, dans l'appareil de Schlœsing-Aubin. Le distillat est saponifié à chaud par l'éthylate de sodium. Le chlorure de sodium formé est précipité en milieu nitrique, par une quantité connue de nitrate d'argent dont l'excès est ensuite déterminé par un titrage en retour au sulfocyanure d'ammonium. Cette méthode permet le dosage d'une quantité de chloroforme de l'ordre de $0^{mg},5$ à 1^{mg}, avec une erreur relative ne dépassant pas 2 pour 100, à la seule condition de prendre toutes les précautions qui sont de règle en micro-analyse.

Les animaux (chiens) respiraient à travers les soupapes à eau de Muller, la soupape d'inspiration renfermant un mélange d'huile et de chloroforme (24^{cm^3} de chloroforme pour 176^{cm^3} d'huile). Après une durée variable de la respiration nécessaire pour obtenir le seuil de l'anesthésie, ou pour maintenir l'anesthésie complète, ou amener la mort, les animaux étaient sacrifiés par section, dans le thorax, du cœur et des gros vaisseaux. Les nerfs pneumogastrique et sciatique étaient rapidement disséqués sur la plus grande longueur possible, sectionnés, et immédiatement immergés dans un flacon taré contenant une vingtaine de centimètres cubes d'alcool à 95°. Le poids de nerf, ainsi obtenu, oscillait entre $0^g,6$ et $1^g,7$, suivant la grosseur des animaux, on y dosait le chloroforme en suivant la technique dont nous avons donné plus haut les principes.

Le tableau suivant résume nos quatre expériences : la première où l'anesthésie n'a atteint que le seuil, la seconde et la troisième où elle fut complète, et la quatrième où elle entraîna la mort.

QUANTITÉ DE CHLOROFORME DANS LE SYSTÈME NERVEUX CENTRAL ET LES NERFS PÉRIPHÉRIQUES.

Chloroforme en milligrammes pour 100^g de tissu.

	I. Seuil de l'anesthésie Durée : 12 min.	II. Anesthésie confirmée Durée : 1 h.	III. Anesthésie confirmée, Durée : 1 h. 30 min.	IV. Anesthésie mortelle. Durée : 1 h. 50 min.
Cerveau	26,6	46,2	42,8	52,5
Bulbe	31,6	//	52,7	75,5
Cervelet	20,7	//	//	55,8
Nerf pneumogastrique	73,7	71	114	166
Nerf sciatique	43,3	//	50	76,3

Il résulte de l'examen de ce tableau que les nerfs périphériques, comme le système nerveux central, fixent le chloroforme en quantité notable; les nerfs présentent même cette particularité de fixer les quantités les plus élevées, et cela, aussi bien au seuil de l'anesthésie, qu'en période d'anesthésie confirmée, ou au moment de la mort. Cette donnée nouvelle qui n'est pas sans surprendre quelque peu, du moins du point de vue quantitatif (1), est intéressante à rapprocher du fait découvert par L. Lapicque et R. Legendre (2) que l'anesthésie générale s'accompagne de modifications

(1) Il suffit de comparer les chiffres relatifs au pneumogastrique : 73,7 au seuil de l'anesthésie, 166 au moment de la mort, à ceux que nous avons obtenus pour le muscle dans les mêmes conditions : 9,3 et 25,1.

(2) L. Lapicque et R. Legendre, *Modification des fibres nerveuses myéliniques pendant l'anesthésie générale* (*Société de Biologie*, t. 77, 1914, p. 284). Voir aussi ces auteurs : *Changement d'excitabilité des nerfs conditionné par une altération de leur gaine de myéline* (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 803); *Sur les altérations de la gaine de myéline produites par divers poisons nerveux* (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1592).

très importantes de la myéline des fibres nerveuses, la myéline gonfle sur toute son etendue, et particulièrement près des étranglements de Ranvier. Le phénomène est réversible en ce sens que les modifications ainsi observées régressent avec la disparition de l'anesthésique.

A n'en pas douter, la présence aujourd'hui démontrée de l'anesthésique dans les nerfs, les modifications qui l'accompagnent *in situ*, dont Lapicque et Legendre ont fourni les preuves microscopiques, sont autant de facteurs qui interviennent pour une part, peut-être importante, dans le mécanisme même de l'anesthésie.

ZOOLOGIE. — *Essaimage et développement d'un Eunicien et d'un Syllidien.* Note (¹) de M. R. **Herpin**, présentée par M. Ch. Gravier.

Le 22 juillet 1924, au cours d'une pêche de nuit dans la rade de Cherbourg, j'ai assisté à un véritable essaimage d'*Eunice Harassii* Audouin et M.-Edwards. Les mâles, d'un blanc rosé, nageaient en serpentant à la surface de la mer. Les femelles, grises et de plus petite taille, étaient moins facilement perceptibles. Les uns et les autres, assez peu nombreux, ne semblaient guère s'écarter d'un fond de Laminaires proche du rivage, qui constitue leur habitat normal. Tous étaient mûrs : dès qu'un mâle était introduit dans un vase renfermant de l'eau de mer, il évacuait aussitôt ses spermatozoïdes par ses orifices néphridiens ; d'autre part, l'eau puisée à la mer renfermait des œufs qui se sont développés en larves identiques à celles provenant des œufs de femelles capturées. *Aucune métamorphose n'accompagnait la maturité sexuelle.*

Fage et Legendre ont aussi observé la natation nocturne en surface de nombreuses Annélides mûres ou non appartenant normalement au benthos (²); mais ils font remarquer que certaines peuvent être arrachées du fond par l'attraction lumineuse. Il n'en saurait être ainsi d'*Eunice Harassii* qui, le plus souvent, nageait en s'éloignant de la source lumineuse, d'ailleurs très faible ; c'est probablement pour cette raison que le nombre d'individus aperçus simultanément était peu considérable. Nous sommes donc en présence d'un véritable essaimage, d'autant plus intéressant qu'il concerne une espèce appartenant au même genre que les Palolos atlantique et pacifique.

(¹) Séance du 24 novembre 1924.

(²) M. Fage me signale qu'il a également capturé *Eunice Harassii* en pêche de nuit.

Comme pour ces derniers, la natation nuptiale se produit au moment du dernier quartier.

Douze heures après sa capture, les œufs abandonnés par une femelle tronquée, dans de l'eau puisée à la mer, contenaient déjà des embryons ciliés tournant sans arrêt. L'éclosion, très précoce, a lieu au cours du deuxième jour. Alors commence la vie pélagique qui dure une semaine. La jeune larve constitue une trochophore presque sphérique, paraissant uniformément ciliée et possédant une touffe de flagellums apicaux. Bientôt apparaît une paire d'yeux rouges, tandis que la larve devient piriforme. Les soies apparaissent vers le cinquième jour; le sixième, deux sétigères sont bien développés; le troisième n'apparaît que le septième jour, contrairement à ce qui se passe chez les Néréidiens où les trois premiers sétigères apparaissent simultanément. Enfin la bouche et l'anus s'ébauchent, les flagellums et les cils disparaissant graduellement : la vie pélagique est terminée, l'animal devient rampant. L'appareil masticateur se développe très rapidement; bientôt apparaissent deux paires d'urites ainsi que l'antenne médiane. A ce point de son développement la jeune *Eunice* est comparable à une *Nematonereis* adulte.

En résumé, l'essaimage semble impuissant à assurer une large dissémination de l'animal; la dispersion serait principalement favorisée par la longue vie pélagique de la larve.

Dans les environs de Cherbourg, la maturité sexuelle de *Syllis amica* Quatrefages se produit en fin juillet et août. La séparation des stolons paraît précéder l'essaimage de quelques jours. Des observations de natation et de ponte en aquarium, effectuées en 1923 et 1924, indiquent comme date d'essaimage les environs du premier quartier.

Effectivement, j'ai capturé plusieurs stolons ♂ de *Syllis amica* au cours de la pêche de nuit du 9 août 1924, lendemain du premier quartier, entre 2^h et 4^h du matin (heure d'été). Cette observation concorde avec celle de Fage et Legendre [1] qui, à Concarneau, ont rencontré *Syllis amica* pélagique, dans leur pêche du 29 août 1922, vers 22^h, le jour même du premier quartier. On remarquera aussi que, si les heures sont extrêmement différentes, les captures ont été faites au même instant de la marée, à savoir vers le moment de la pleine mer. Ce fait s'explique par l'habitat de cette espèce à un niveau très élevé. Les stolons ont un mode de natation singulier : s'arrêtant

---

(1) Fage et Legendre, *Essais de pêche à la lumière dans la baie de Concarneau* (*Bull. Inst. océanographique Monaco*, n° 431, 1923, p. 15).

fréquemment en s'enroulant en hélice, puis se détendant brusquement pour se remettre à nager en serpentant.

Les œufs de *Syllis amica* flottent et cette circonstance doit être un des facteurs principaux de la dissémination. La plus jeune larve observée, bien que ne possédant encore aucun sétigère, était déjà rampante. Cette reptation s'effectuait par le moyen d'une couronne ciliée céphalique et d'un pygidium entièrement recouvert de cils, rappelant le glissement des Turbellariés.

Le développement de *Syllis amica* diffère donc notablement de celui d'*Eusyllis monilicornis* (= *E. Blomstrandi*) étudié par Malaquin [1] chez lequel l'éclosion se fait à un stade beaucoup plus avancé. Le développement de *Syllis amica* se fait avec une extrême lenteur : neuf jours après l'observation précédente les larves ne possédaient encore qu'une seule paire de parapodes. Les premiers sétigères apparaissent donc successivement et non simultanément comme chez les Néréidiens. Chez la larve achète, le pharynx larvaire est déjà développé; il ne bourgeonne le proventricule que beaucoup plus tard, entre les stades de 6 à 12 sétigères. A ce dernier stade, la trompe est bien formée et possède sa dent; le prostomium, ainsi que le segment buccal, sont pourvus de tous leurs appendices. L'animal ne diffère plus de l'adulte que par le très petit nombre d'articles des appendices, spécialement des cirres dorsaux et par le fait que la paire ventrale de cirres tentaculaires est encore rudimentaire.

CYTOLOGIE. — *Sur l'histo-physiologie des cellules intestinales des Ascarides du Cheval et de la Tortue.* Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. F. Mesnil.

Les plus récentes descriptions cytologiques des cellules intestinales d'*Ascaris megalocephala* remontent à 1913; la plus récente pour *A. lumbricoides* à ma connaissance, est de 1912 (Histologie de Stöhr, Iéna). Depuis, les travaux de Guilliermond et de ses élèves, en particulier, nous ont appris à démêler dans le chondriome différents stades évolutifs là où nos prédécesseurs ne voyaient guère qu'une seule catégorie d'organites appelés en bloc mitochondries ou plastosomes.

Le nutrocyte de l'ascaris du cheval possède un riche et dense chondriome que j'ai étudié par le procédé de Regaud, avec ou sans acide osmique. Le

(1) Malaquin, *Recherches sur les Syllidiens*. Lille, 1893, p. 404.

fait important à signaler en premier lieu, c'est qu'il y a, d'une part, des cellules où tout le chondriome est à l'état de chondriocontes grêles, flexueux, de calibre uniforme sur toute leur longueur et que des plages entières sont à ce stade. C'est aussi, d'autre part, l'existence de régions, dans la même coupe, où la morphologie chondriale, complètement changée, montre uniquement des plastes. Entre ces deux termes, on trouve des territoires où le chondriome offre un aspect intermédiaire : à la fois des chondriocontes typiques, d'autres avec un léger caractère de plastes, et enfin des plastes véritables.

Le changement des chondriocontes en plastes se traduit morphologiquement par l'épaississement de leur région moyenne ou de l'une de leurs extrémités, ce qui leur confère la forme en tête de spermatozoïde, ou en grain de mil prolongé par un ou par deux filaments pouvant acquérir une grande ténuité. Toutes les cellules renferment des grains d'un jaune rougeâtre, souvent signalés, sur la nature desquels on n'est pas entièrement fixé : je les crois d'origine chondriosomique. En effet, parmi les nombreux plastes, il en toujours quelques-uns dont l'évolution se poursuit plus loin; ils sont plus volumineux et leur extrémité renflée, d'abord pointue, devient massuée et prend une forme en cuiller; on les trouve principalement en dessous de la zone homogène. Leur partie élargie se vacuolise et produit, soit d'emblée, un de ces grains rougeâtres, soit un ensemble de granules de même aspect. Ces plastes disparaissent donc en tant que chondriosomes. Des granules semblables se trouvent d'ailleurs épars à différents niveaux de la cellule, et, dans certains cas, ils constituent de courts chapelets disposés longitudinalement; ceux-là m'ont paru provenir de la transformation perlée d'un chondrioconte non évolué en plaste, mais ils finissent par s'agglomérer et fusionnent en donnant un seul grain plus important.

Tous les autres plastes, c'est-à-dire la très grande majorité, fonctionnent sans produire de corps figurés, du moins immédiatement visibles, et j'ignore le genre de leur activité, laquelle peut être grande néanmoins. L'étude des territoires dont j'ai parlé plus haut, où le chondriome présente une physionomie intermédiaire, jointe à la considération du fait qu'il n'existe pas ici de cellules sans chondriome, montre que les plastes représentent la transformation momentanée des chondriocontes, et qu'ils redeviennent chondriocontes quand ils ont fini d'élaborer. Ainsi, du point de vue chondrial, la cellule passe alternativement de la phase à chondriocontes à la phase avec plastes, pour revenir à la précédente, et ainsi de suite jusqu'à usure, en ne perdant chaque fois qu'un nombre restreint de ses chondriosomes.

La zone dite homogène du nutrocyte, d'accord en cela avec C. Schneider (1902), me semble jouer un rôle de premier ordre dans l'acte d'absorption ; toutefois ce rôle est ignoré. Souvent limité avec netteté du côté du chondriome, elle peut présenter de profondes incisures par où pénètrent les chondriocontes les plus avancés. Ainsi naissent des sortes d'enclaves, déjà signalées dans le Traité de Prenant (1904), qui renferment un ou deux bâtonnets ou un peloton serré de nature chondriale; à leurs dépens se forment de petits granules en un grain jaune rougeâtre, véritables produits de transformation de déchets chondriaux.

Chez *Ascaris holoptera*, le chondriome n'avait été signalé qu'assez brièvement par Giroud ([1]), ce qui m'a amené à en reprendre l'étude. Les dimensions de la cellule sont considérables, mais les chondriocontes ont une gracilité telle que leurs formes évolutives se prêtent assez mal à l'observation. Je n'ai pas trouvé une oppositition nette de cellules à chondriocontes et de cellules à plastes. Les plastes ont ici une forme en tête de spermatozoïde plus allongée que chez le parasite du cheval; un certain nombre deviennent ensuite de petits grains à queue qui perdent celle-ci en demeurant sidérophiles; tous ces granules s'accumulent parfois en grande quantité dans le cytoplasme. Ils s'accroissent un peu, puis on en voit de rapprochés par groupes de 3 à 5 : ils s'accolent en produisant des sortes de petites concrétions et finissent par fusionner. Ces dernières opérations sont, à coup sûr, accompagnées d'une modification chimique, car, avant de s'accoler, ou seulement lorsqu'ils fusionnent, ils perdent leur sidérophilie et apparaisent pigmentés en jaune très clair. Ces grains qui atteignent par fusionnement (un curieux fusionnement progressif et sans doute très lent qui avait déjà frappé Giroud) une grande taille (5 microns) représentent les grains rougeâtres de la première espèce étudiée. Ce sont en somme des sortes de concrétions pas tout à fait solides; mais quelle pourrait être leur signification?

Pour Flury (1912) et pour Fauré-Frémiet (1913), le fonctionnement des nutrocytes de *A. megalocephala* ressemble à la fois à celui des cellules hépatiques et à celui des cellules intestinales proprement dites. On y trouve du glycogène en abondance (von Kemnitz, 1912) et une graisse neutre osmioréductrice. Les plastes et les grains à queue sidérophiles que j'y décris offrent des analogies certaines avec les mêmes formes évolutives du chondriome des cellules hépatiques de la Souris (Noël, 1923). Ceci étant donné,

---

([1]) *Arch. Zool. exp.*, Notes et revue, t. 61, 1922, p. 1.

l'idée vient de considérer les grains jaunes et rougeâtres issus de chondriosomes comme formés vraisemblablement d'une sorte de pigment biliaire avec un peu de fer, déposé en tout petits calculs, ou mieux d'une substance qui, dans ces animaux, serait l'équivalent plus ou moins rapproché des bilirubinates insolubles des Vertébrés. Il est évident en effet qu'on ne peut s'attendre à découvrir ici des substances tout à fait identiques à celles qu'on trouve chez ces derniers, mais seulement des produits à peu près homologues. Cette interprétation vient compléter et, je crois, renforcer l'idée d'une fonction hépatique multiple attachée à ce curieux type de nutrocyte.

PROTOZOOLOGIE. — *Recherches sur la destruction des oocystes de Coccidies.* Note de M. **Ch. Pérard**, présentée par M. F. Mesnil.

Les oocystes des coccidies représentent la forme de résistance et la forme d'infection du parasite. Placés dans des conditions favorables, dans le milieu extérieur, ils conservent leur vitalité pendant un temps indéterminé, mais certainement supérieur à un an, en attendant d'être ingérés par un hôte sensible auquel ils transmettront la maladie. Leur destruction présente donc un grand intérêt pratique.

La résistance des oocystes aux antiseptiques est connue depuis longtemps. On sait qu'ils se segmentent dans l'acide chromique, l'acide phénique (Baranski, 1879), le formol, le bichromate de potasse et certaines solutions colorantes telles que le bleu de méthylène et la safranine (Wasielewski, 1904), dans l'acide sulfurique (Galli-Valerio) et dans certains fixateurs à base de sublimé (Mesnil).

J'ai essayé l'action sur les oocystes d'*E. perforans* et d'*E. stiedæ* du lapin, de diverses substances chimiques recommandées comme désinfectantes. J'ai constaté que, même après 24 heures de contact, les oocystes ne sont pas détruits : ils accomplissent leur évolution sporogonique dans la solution de ces produits (formol, permanganate de potasse, acide phénique, sublimé, lait de chaux, goudron, eau de Javel, eau oxygénée pure, sulfate de fer, sulfate de cuivre, acides sulfurique, azotique, chlorhydrique, acétique, chaux vive, lessive de soude), ou bien ils restent capables de l'accomplir quand ils sont placés dans des milieux favorables (après action de solutions de crésyl et de lysol).

Bien mieux, les divers antiseptiques favorisent la segmentation des oocystes et leur conservation, en stérilisant le milieu par destruction des germes bactériens qu'il contient.

Les résultats sont tout à fait opposés si l'on fait agir certains agents physiques : la chaleur et la dessiccation, envers lesquels les oocystes font preuve d'une très grande fragilité.

La dessiccation détruit les oocystes d'autant plus rapidement que la température est plus élevée. Si l'on abandonne à la température du laboratoire (16 à 18° C.) une crotte entière d'un lapin coccidié, au bout de 3 jours il n'y a plus trace d'oocystes vivants. Ceux-ci se sont déformés, plissés, un grand nombre ont éclaté et l'on reconnaît avec peine leurs cadavres.

A 25° C., la dessiccation est complète en 24 heures; à 30°, en 12 heures; à 38°, en 6 heures. Dans ces expériences, la mort des oocystes, évidente pour ceux qui sont complètement éclatés, a été contrôlée, pour ceux simplement déformés, par mise en culture sur acide chromique, en chambre humide, à 20° C.

L'action de la dessiccation *seule* n'est appréciable que jusqu'à 38°, c'est-à-dire dans la zone de température où les oocystes continuent à évoluer quand cette condition n'intervient pas. Au delà, elle se confond avec celle de la chaleur en atmosphère sèche. En effet, à partir de 40° C., les oocystes sont tués par la chaleur. A 45° tous les oocystes, contenus dans des crottes ou des excréments diarrhéiques étalés en couche mince sur une feuille de papier filtre, sont détruits en 1 heure et au bout de 15 minutes à 55° C.

La chaleur humide est également très efficace, et son activité croît très vite avec l'élévation de la température. A 55°, 80 pour 100 des oocystes sont détruits en 20 minutes; ils sont tous tués en une demi-heure. A 80°, il ne faut plus que 10 secondes, et moins de 5 secondes avec l'eau bouillante, quand les excréments sont étalés en couche mince [1]. On peut dire que tous les oocystes touchés sont détruits instantanément.

La chaleur humide n'agit pas de la même façon que la chaleur sèche sur les oocystes. Ceux-ci n'éclatent pas, et au-dessous de 80°, ils ne sont pas modifiés dans leur aspect. Il faut obligatoirement les soumettre à des cultures d'épreuve pour constater qu'ils sont morts et qu'ils se laissent pénétrer par l'acide chromique qui colore leur protoplasme en brun. A

---

[1] Cette efficacité de l'eau bouillante n'avait pas échappé aux anciens auteurs, et dans son *Traité des maladies parasitaires*, 2e édition, 1892, Neumann signale ce procédé comme moyen de désinfection. Depuis cette époque, la vogue des antiseptiques utilisés dans les maladies microbiennes avait fait oublier cette méthode économique et vraiment efficace.

partir de 80°, la chaleur humide gonfle par places les parois des oocystes et leur donne un aspect boursouflé caractéristique.

En résumé, la chaleur et la dessiccation sont les procédés de choix à employer pour la destruction des oocystes. Leur action, à des températures qui sont fréquentes en été, est intéressante en raison des applications qu'elle peut recevoir dans la prophylaxie des coccidioses.

Mes expériences ont été faites avec des coccidies du lapin. Mais les résultats obtenus étant plus d'ordre biologique que spécifique, tout permet de penser qu'ils s'appliquent également aux oocystes à membrane épaisse d'autres espèces de coccidies, en particulier de mammifères et d'oiseaux.

MICROBIOLOGIE. — *Du mode d'action de la chaleur sur les ferments lactiques dans la pasteurisation du lait.* Note (1) de M. **Henri Stassano**, présentée par M. Roux.

On croit généralement que les ferments lactiques sont détruits par la pasteurisation telle qu'on la pratique en laiterie. Il suffit de recueillir et de garder aseptiquement dans des récipients stériles du lait pasteurisé pour reconnaître que pareille opinion est trop simpliste. Il devient acide et caille comme le lait cru : seul un certain retard le distingue de ce dernier.

Si l'on se borne à l'examen des seules colonies écloses dans les deux ou trois jours qui suivent les ensemencements de l'un et de l'autre lait, on peut partager l'opinion générale exprimée même par quelques spécialistes (2) « que les 99 pour 100 des bactéries du lait sont détruites par la pasteurisation ». Mais si, comme il sied, on poursuit l'examen, on voit apparaître sur les milieux nutritifs solides ensemencés avec du lait pasteurisé, les unes après les autres, toutes les formes microbiennes, à quelques exceptions près (3), qui poussent précocement entre le premier et le deuxième jour (gélatine, température ordinaire) sur les milieux identiques ensemencés avec du lait cru.

Toutefois si l'on compare, au moment de son complet développement, vers le 8e jour, la boîte de Pétri ensemencée avec du lait pasteurisé à

(1) Séance du 8 décembre 1924.

(2) *Le Lait*, t. 1, n° 3, 1921, p. 106, Lyon.

(3) Le *B. coli* et les autres bactéries encore plus fragiles, parmi lesquelles sont compris heureusement tous les microbes pathogènes susceptibles de contaminer le lait et de le rendre dangereux, le bacille tuberculeux excepté.

celle qui correspond au lait cru, au 3[e] jour de développement (arrêté aussitôt après par le formol), on constate que le nombre des colonies est sensiblement inférieur dans la première. Cette diminution porte évidemment sur les individus moins résistants de chaque espèce. En soumettant, sous couche mince de $\frac{1}{100}$ de millimètre, entre deux plaques métalliques également chauffées, des émulsions de *B. coli* de différents âges, j'ai rencontré, dans des émulsions vieilles de 8 jours, des individus supportant trois degrès et plus au-dessus de la température minima mortelle pour les *B. coli* jeunes de 20 à 24 heures (¹).

Ce qui se passe pour le *B. coli* peut être le fait d'une loi générale. En supprimant les formes bactériennes, à la foi fragiles et plus hâtives, la pasteurisation déterminerait une sorte de sélection : les microbes jeunes succombent, tandis que ceux plus âgés résistent.

Mes recherches montrent que la pasteurisation diminue la vitalité des microbes du lait, et cette modification se traduit par un retard dans la croissance qui se maintient pendant un certain nombre de générations successives. Chez les ferments lactiques, on peut suivre aisément, par l'analyse acidimétrique, la valeur et la durée de cette modification qui s'efface par degrès progressifs.

J'ai eu à comparer dans mes essais l'efficacité de trois différents procédés de pasteurisation : 1° celui dit de *Pasteurisation haute* ou *continue* (95° pendant 2 minutes environ); 2° le procédé de *pasteurisation basse* ou *discontinue* (63° pendant 25 minutes), et 3° le procédé de la *couche mince* (75° et même 70° seulement pendant 8 secondes. Les trois appareils sont alimentés par le même lait provenant d'une même cuve de 3000ˡ. Un tube contenant 15$^{cm^3}$ de bouillon lactosé à 2 pour 100 et dont le P_H mesure 6 à l'échelle des indicateurs colorés, est ensemencé avec une anse de platine du lait cru de la cuve. Ce degré d'acidité permet aux seuls ferments lactiques de se multiplier. Des tubes contenant le même milieu sont ensemencés de la même façon avec une anse de lait de pasteurisation haute, de pasteurisation basse et de lait pasteurisé en couche mince.

Au bout de 18 heures d'étuve, l'échantillon témoin accuse un très considérable développement microbien; un peu moins copieux est celui des échantillons de pasteurisation haute et de pasteurisation basse; par contre, le liquide est à peine troublé dans l'échantillon de pasteurisation en couche

(¹) STASSANO, *Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 820.

mince. Les acidités, exprimées en centimètres cubes de soude $\frac{N}{4}$, sont respectivement pour le premier 17^{cm^3}; pour le second $16^{cm^3},5$; pour le troisième 16^{cm^3} et pour les échantillons en couche mince $13^{cm^3},8$ parfois même de 9 à 10^{cm^3} seulement. En prolongeant de 24 le séjour à 37°, le trouble et le dépôt apparaissent dans ce dernier échantillon aussi abondants que dans les autres; à ce moment, toute différence apparente s'est effacée entre eux. Les mêmes coco-bacilles y pullulent affectant la disposition de streptocoques et de diplocoques. La production d'acide lactique continue cependant à différer de l'un à l'autre mais en sens inverse : voici les valeurs respectives, après 36 heures d'étuve : $18^{cm^3},8$; 19^{cm^3}; $19^{cm^3},4$ et enfin 20^{cm^3} pour le lait chauffé en couche mince.

Il est d'ailleurs aisé de comprendre à quoi tiennent ces différences et leur ordre renversé. Dans les laits de pasteurisation haute et basse, et encore davantage dans les laits crus, le *B. mesentericus* et le *B. megatherium* se trouvent à l'état de contamination en proportion moins exiguë que dans le lait pasteurisé en couche mince, d'où une gêne plus sensible dans le développement des ferments lactiques, même en bouillon acide, des tubes correspondant aux trois premiers échantillons.

L'expérience est encore plus nette si les divers laits pasteurisés sont ensemencés sur milieu solide. Des dilutions au $\frac{1}{10}$ et au $\frac{1}{100}$ des laits crus et pasteurisés par les trois procédés ci-dessus sont ensemencés en boîte de Pétri sur gélatine lactosée. En moins de 24 heures, les colonies au ferment lactique apparaissent dans la boîte ensemencée avec du lait cru; elles ne se montrent qu'après deux ou trois jours dans les boîtes qui ont reçu le lait de pasteurisation haute et de pasteurisation basse. Dans des boîtes ensemencées avec le lait pasteurisé en couches minces, les colonies de ferment lactique apparaissent encore plus tard, entre le cinquième et le sixième jour.

Les ferments lactiques survivent donc à la pasteurisation et l'action qui caractérise la pasteurisation, qui en mesure le degré d'efficacité selon le procédé employé, est de ralentir la vitalité des ferments lactiques, d'en atténuer l'activité chimique. Il résulte en outre de ces mêmes expériences que cette modification n'est pas éphémère : elle se transmet par hérédité pendant un nombre assez considérable de générations successives, tout en s'effaçant graduellement.

BACTÉRIOLOGIE. — *Action comparée du bismuth sur le staphylocoque, le streptocoque et le colibacille.* Note (¹) de MM. **P. Lemay** et **L. Jaloustre**, présentée par M. L. Mangin.

Les recherches de Sauton et Robert (²), de Sazerac et Levaditi (³), de Vladesco et Iriminoiu (⁴), de Giemsa (⁵), de Pomaret et Didry (⁶), d'Ionesco (⁷), de Klarenbeek (⁸), etc. ont montré les différences d'action des composés du bismuth sur la syphilis humaine, les spirilloses et les trypanosomiases.

Alors que l'action stérilisatrice est intense vis-à-vis des deux premières, elle est faible vis-à-vis des troisièmes,

D'ailleurs, la différence de résistance des divers microorganismes (bactéries et protozoaires) à un même antiseptique est connue depuis longtemps. C'est pourquoi nous avons songé à étudier l'action du bismuth sur quelques-uns d'entre eux : le staphylocoque doré (*aureus*), le streptocoque hémolytique et le bacille coli.

Les cultures ont été faites sur bouillon ordinaire, à l'étuve à 37° et examinées au bout de 12, 24 et 48 heures. Elles ont été répétées deux fois.

Nous avons choisi pour nos essais un sel soluble de bismuth, le tartrobismuthate de potasse et de soude émétique soluble de bismuth.

Le produit employé dans la première série venait de la maison Pointet et Girard. Celui employé dans la deuxième série venait de la Pharmacie centrale de France. Ils se sont montrés identiques comme action.

Les résultats résumés dans le tableau suivant montrent que le staphylocoque cultivé sur bouillon est arrêté dans son développement par une proportion en bismuth métal comprise entre $\frac{1}{400\,000}$ et $\frac{1}{500\,000}$ alors que le

(¹) Séance du 8 décembre 1924.

(²) Sauton et Robert, *Annales de l'Institut Pasteur*, t. 30, 1916, p. 261; *C. R. Soc. de Biologie*, t. 71, 17 janvier 1914, p. 66.

(³) Sazerac et Levaditi, *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 1391; *C. R. Soc. de Biologie*, t. 85, 1921, p. 430.

(⁴) Vladesco et Iriminoiu, *C. R. Soc. de Biologie*, t. 88, 1923, p. 287.

(⁵) Giemsa, *Münch med. Woch.*, t. 41, 1922, p. 1452.

(⁶) Pomaret et Didry, *Société française de Dermatologie et de Syphiligraphie*, t. 30, 1913, p. 197.

(⁷) Ionesco, *C. R. Soc. de Biologie*, t. 88, 1923, p. 289.

(⁸) Klarenbeek, *Tijdschrift voor Diergeneskunde*, Deel 49, aflevering 12, 1923.

streptocoque et le bacille coli poussent encore très bien pour une dilution de $\frac{1}{2500}$. On observe pour le streptocoque un changement de forme pour les fortes proportions, les chaînes diminuent de longueur.

Dilution en bimétal.	Staphylocoque.	Streptocoque.	*Bacillus coli.*
1 pour 800000	+	+	+
» 500000	+	+	+
» 400000	—	+	+
» 200000	—	+	+
» 150000	—	+	+
» 100000	—	+	+
» 87000	—	+	+
» 75000	—	+	+
» 50000	—	+	+
» 37500	—	+	+
» 25000	—	+	+
» 12500	—	+	+
» 9500	—	+	+
» 5000	—	+	+
» 2500	—	+	+

Nous n'avons pas poussé plus loin l'étude de l'action du bismuth en forte proportion, car à partir de $\frac{1}{5000}$, il se fait une floculation qui entraîne le bismuth et fausse les résultats. Nous avons d'ailleurs dépassé les proportions possibles de bismuth dans l'organisme et suffisamment démontré la très grande sensibilité du staphylocoque, vis-à-vis du bismuth, par rapport au streptocoque et au bacille coli.

Le staphylocoque se trouve être plus sensible au bismuth qu'au mercure, puisque d'après les expériences de Stodel (1) effectuées dans des conditions analogues, la culture n'est arrêtée par le bichlorure qu'à une dilution de $\frac{1}{132000}$ et par le mercure colloïdal qu'à une dilution de $\frac{1}{100000}$.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action de l'acide acétylacétique sur la nutrition azotée.* Note de MM. **H. Labbé** et **Lavagna**, présentée par M. A. Desgrez.

La présence dans les humeurs de l'organisme de quantités notables de composés cétoniques constitue un témoin des troubles plus ou moins graves caractérisant l'état de β acidose. Le pouvoir toxique des composés céto-

(1) Stodel, *Thèse de Doctorat en Médecine*, Paris, 1908, p. 173 et 174.

niques est connu. Leur introduction massive par voie sous-cutanée produit des accidents déjà bien étudiés.

Il nous a paru intéressant de rechercher l'influence exercée sur le métabolisme azoté par l'absorption lente et prolongée de faibles quantités de ces substances. On réalise ainsi, dans une certaine mesure, des conditions analogues à celles dans lesquelles se trouve l'organisme malade en état d'acidose cétonique.

Déjà, en 1907, MM. A. Desgrez et Saggio, recherchant l'action exercée à la longue par les corps acétoniques sur quelques processus nutritifs, ont trouvé que l'éther acétyl-acétique introduit par voie d'injection sous-cutanée diminue les fonctions chimiques du foie et modifie les échanges azotés. Entre autres constatations, ces auteurs ont notamment établi que le rapport azoturique est abaissé dans l'urine des animaux soumis à ce traitement. En faisant varier le mode d'introduction du composé β-cétonique, nous avons, de notre côté, étudié les effets produits par l'ingestion de doses modérées, mais continues, d'acide acétyl-acétique sur l'équilibre azoté d'un organisme normal, ainsi que la modification éventuellement apportée, de ce chef, à l'équilibre acido-basique des excréta urinaires.

Nos expériences ont porté sur un chien de $7^{kg},500$, soumis à un régime mixte, uniforme et constant, formé de 100^{g} de viande et de 100^{g} de pain, ration que, dans une période préliminaire, nous avions reconnue susceptible de le maintenir en équilibre de poids et d'azote.

L'équilibre fut, en effet, obtenu durant 10 jours (13-23 mai), pour une quantité d'azote alimentaire de $5^{g},20$ par jour et une élimination de $4^{g},75$ d'azote urinaire. Le chien reçut ensuite durant 20 jours (23 mai-12 juin), intimement mélangés à sa ration, 2^{g} d'éther acétylacétique. Durant les huit derniers jours, la dose quotidienne fut portée à $3^{g},5$ du même corps. Voici ce que nous avons observé au cours de cette expérience :

1° L'état général du chien n'a pas été atteint par les faibles doses du toxique absorbé lentement par voie buccale. Tout au plus a-t-on noté, vers la fin surtout, une certaine polydipsie, s'accompagnant d'une augmentation légère du débit urinaire;

2° Le poids de l'animal n'a pas subi de variation notable : les deux chiffres extrêmes, de la première à la dernière pesée, étant de $7^{kg},490$ et $7^{kg},550$;

3° L'équilibre azoté ne fut pas non plus, dans son ensemble, modifié par l'ingestion prolongée du composé cétonique. Par contre, la forme chimique

sous laquelle eut lieu cette excrétion azotée s'est trouvée considérablement modifiée.

Le tableau ci-dessous résume ces données :

		Périodes :	
		I (1).	II (2).
Moyennes d'élimination :	N total	4,75	4,73
» »	N uréique	3,85	3,43
» »	N ammoniacal	0,25	0,38
» »	N aminé	0,02	0,08
Rapports pour 100 :	$\frac{\text{N uréique}}{\text{N total}}$	80	74
» »	$\frac{\text{N ammoniacal}}{\text{N total}}$	5,2	9,2
» »	$\frac{\text{N aminé}}{\text{N total}}$	0,4	1,6
P_H		7,6	7,15

Ce tableau fait apparaître une diminution très nette de l'azote uréique, avec abaissement du coefficient azoturique.

La diminution de l'azote uréique est compensée par une augmentation notable de l'azote ammoniacal.

Cette augmentation de l'ammoniaque urinaire concorde d'ailleurs avec une modification de même sens dans la valeur de la concentration en ions H de l'urine.

Quant à la proportion des acides aminés de l'urine, elle s'est trouvée considérablement accrue, fait qui concorde avec les observations cliniques.

La recherche qualitative de l'acide acétylacétique ne nous a montré son apparition dans l'urine qu'à dater du 5e jour suivant la première administration du composé. Durant toute l'expérience, l'élimination (étudiée par la réaction de Gehrardt) se fit assez irrégulièrement et uniquement à l'état de traces, ce qui est conforme aux données classiques.

En résumé, chez l'animal soumis à un régime alimentaire mixte, nous sommes parvenus à créer, par ingestion de doses modérées d'acide cétonique, un certain état d'acidose, léger mais nettement caractérisé par une série de troubles de l'équilibre acidobasique des humeurs, et, en particulier,

(1) Avant ingestion d'éther acétylacétique (10 jours).

(2) Pendant l'ingestion (20 jours).

par une augmentation régulière de l'ammoniaque excrétée, avec accroissement parallèle de l'acidité actuelle de l'urine. Aucun phénomène sensible de dénutrition n'a pu être constaté dans ce laps de temps. Peut-être la richesse relative de la ration en hydrates de carbone n'a-t-elle pas été étrangère à cette tolérance.

MÉDECINE. — *La tension superficielle et le problème du cancer.* Note de M. W. **Kopaczewski**, présentée par M. d'Arsonval.

De nombreux auteurs ont fixé l'importance de la tension superficielle en biologie et ses relations avec d'autres phénomènes physiques. D'Arsonval (1) a démontré, il y a bien longtemps déjà, que chaque modification de la tension superficielle entraîne des changements de la force électromotrice; pour Battelli (2) elle conditionne la pression osmotique; les recherches de Traube (3) et de Windisch (4) ont fixé les rapports entre la tension superficielle et la concentration en ions H^+; Knoevenagel (5) a établi que la tension superficielle règle souvent le gonflement des gels.

C'est en nous rendant compte de l'importance de ce facteur que nous avons entrepris des recherches sur le rôle de la tension superficielle dans la multiplication des cellules et dans le cancer en particulier. Nous avons signalé en 1921 que la tension superficielle du sérum est abaissée de 2 à 3 dynes : cm dans le sarcome greffé sous la peau des rats (6). En poursuivant ces études, nous avons retrouvé la même diminution dans 47 cas de cancer chez l'homme; ces résultats ont été portés à la connaissance du Congrès français de Médecine, en 1922 (7). Depuis, la diminution de la tension superficielle dans le cancer a été confirmée par Bauer (8) et, d'une façon indirecte, par Waterman (9).

(1) D'Arsonval, *Soc. biol.*, 1884-1885.
(2) Battelli et Stefanini, *Rendiconti*, 1907, vol. **16**, p. 11.
(3) Traube et Somogyi, *Inter. Zeit. f. physik. chem. Biol.*, 1914, vol. **1**, p. 121.
(4) Windisch et Dietrich, *Biochem. Zeit.*, 1919, vol. **97**, p. 135, et vol. **100**, p. 130.
(5) Knoevenagel, *Kolloid Zeit. Beihefte*, 1920-1922.
(6) Kopaczewski, *Presse méd.*, 1921, n° **60**, p. 595.
(7) Kopaczewski, *Congrès franç. de Médecine*, 1922, p. 289.
(8) Bauer, *Zeit. Krebsforsch.*, 1923, vol. **20**, p. 358.
(9) Waterman, *Biochem. Zeit.*, 1922, vol. **133**, p. 535; *Zeit. Krebsforsch.*, 1923, vol. **20**, p. 375.

Étant donnée l'importance que cette notion peut avoir dans la thérapeutique du cancer, on ne peut pas se contenter de quelques mesures fortuites (Bauer), et seul, un grand nombre de cas peut autoriser une conclusion valable. Nous avons pu reprendre ces recherches sur le sarcome greffé des rats et aussi sur le cancer du goudron des lapins. Nous avons tout d'abord établi les constantes physico-chimiques du sérum normal de ces animaux, soumis au même régime alimentaire que les animaux cancéreux; voici les valeurs de la tension superficielle :

Animal.	Sérum.	Plasma oxalate.	Observations.
Rat blanc...........	70,1 dynes:cm / (69,8 — 71,0)	75,3 dynes:cm / (70,2 — 77,7)	25 mélanges
Lapin	69,9 dynes:cm / (68,7 — 70,8)	73,4 dynes:cm / (72,5 — 76,0)	12 cas

Nous avons greffé sous la peau d'une centaine de rats blancs le sarcome; 25 jours après, nous avons saigné tous ces animaux, en prélevant le sang directement dans le cœur. Le sérum ou le plasma oxalaté obtenu accuse alors une diminution notable de la tension superficielle :

Sérum	65,3 dynes:cm / (62,9 — 66,7)
Plasma oxalaté....................	69,7 dynes:cm / (68,9 — 70,5)

Le même phénomène s'observe dans le cancer du lapin, provoqué par des badigeonnages avec du goudron, durant quatre mois :

Sérum	66,1 dynes:cm / (65,0 — 68,3)
Plasma oxalaté..................	68,9 dynes:cm / (66,9 — 70,2)

La diminution de la tension superficielle du sérum ou du plasma oxalaté dans le cancer expérimental semble être un fait démontré. Ce fait est corroboré par de nombreuses constatations, apportées par des études physico-chimiques récentes. Gray [1] a démontré que la division des cellules dépend de la tension superficielle du milieu ambiant; Speck [2] a signalé

---

[1] GRAY, *Physiol. Abstr.*, 1923, vol. 7, p. 529.
[2] SPECK, *Kolloid Beihefte*, 1920, vol. 12, p. 1.

le rôle de gonflement dans la prolifération cellulaire, et nous avons déjà mentionné que le gonflement des gels est souvent réglé par la tension superficielle; Brinkmann ([1]) a fixé le rôle de la tension superficielle dans la perméabilité des membranes, et les recherches de Cloves ([2]), Gildemeister ([3]), Philipson ([4]), Watermann et autres, ont établi l'importance de la perméabilité dans la prolifération cancéreuse. L.-F. Loeb ([5]) a signalé le pouvoir protecteur, stabilisant du sérum cancéreux. Les résultats des recherches expérimentales sur le cancer sont ainsi en accord parfait avec la diminution de la tension superficielle des humeurs. De plus, les substances capables de produire le cancer expérimental (aniline, goudron, etc.), abaissent fortement cette constante capillaire; de nombreux auteurs ont établi le fait d'accumulation des graisses dans les tissus cancéreux; des améliorations ont été signalées par certains sels minéraux, tels que de Cu, Mg, Se, Pb, etc., augmentant la tension superficielle des liquides.

Quel peut être le mécanisme d'action de cet abaissement de la tension superficielle?

En dehors de son importance dans la perméabilité de la membrane, il ne faut pas perdre de vue l'action stabilisante, dispersive des substances diminuant la tension superficielle sur les hydrosols, point sur lequel nous avons déjà attiré l'attention, dans le cancer, en 1922.

Quel peut être le point de départ de cet abaissement? Il est probable qu'il est produit par des phénomènes électriques; nous savons, en effet, que chaque irritation mécanique, physique ou chimique, s'accompagne des modifications de la force électromotrice et de la résistance; il y a donc dans tous ces cas une libération des ions qui diminuent la constante capillaire et cette diminution agit, d'une part sur les gels, en modifiant leur perméabilité, et d'autre part sur les sols, en augmentant leur stabilité. Mais ce sont des hypothèses de travail, sur lesquelles l'expérimentation apportera son jugement; le seul fait à retenir pour le moment est le suivant :

Le processus cancéreux s'accompagne d'une diminution de la tension superficielle du sérum et du plasma sanguin.

([1]) Brinkmann et A. von Szent-Gyorgi, *Biochem. Zeit.*, 1923, vol. 139, p. 261.

([2]) Cloves, *Cancer Research*, 1918, vol. 3, p. 99.

([3]) Gildemeister, *Pflügers Archiv.*, 1919, vol. 176, p. 84.

([4]) Philipson, *Soc. Biol.*, 1920, vol. 83, p. 1389.

([5]) L.-F. Loeb, *Biochem. Zeit.*, 1923, vol. 142, p. 11; *Zeit. Krebsforsch.*, 1923, vol. 20, p. 432.

MÉDECINE. — *Sur l'absorption des rayons ultraviolets par la peau et ses applications thérapeutiques.* Note ([1]) de M. **Jean Saidman**, présentée par M. Daniel Berthelot.

L'emploi des rayons ultraviolets (U. V.) en thérapeutique pose une question très importante : l'activité de ces radiations est-elle due seulement à leur intensité totale, ou bien existe-t-il des longueurs d'onde efficaces, à côté d'autres indifférentes ou nocives?

On tendait, jusqu'à présent, à les partager en deux groupes : l'un *eubiotique* au-dessus de 3000 Å et l'autre, au-dessous de cette limite, considéré comme *abiotique* et que certaius anteurs conseillaient de supprimer au moyen de filtres.

Cependant, les recherches récentes faites sur l'actinothérapie du rachitisme ont montré que l'action thérapeutique ne se produit pas bien à travers le verre, celui-ci arrêtant les rayons au-dessous de 3000-3100 Å, et que l'action prophylactique des rayons U. V. contre le rachitisme est due surtout aux rayons de longueur d'onde inférieure à 2900 Å (Hess, Pappeinheimer, etc.).

De même, on a noté que l'érythème actinique produit des modifieations humorales : élévation du taux du calcium ou de la tyrosine dans le sérum; diminution de la glycémie (Rothmann et Callenberg, Pincussen). Or, la réaction cutanée est due aux rayons de longueur d'onde inférieure à 3100 Å (Moycho et Henri, Hausser et Vahle).

En thérapeutique, l'efficacité plus grande de l'arc à charbon dans le traitement des tuberculoses locales (Rey et Ernst) contrastant avec son infériorité (par rapport à l'arc à vapeur de mercure) dans l'actinothérapie du rachitisme, indique également une inégalité d'action des rayons U. V. de différentes longueurs d'onde.

Il nous a semblé qu'au lieu d'appliquer empiriquement les lampes à rayons U. V. existant dans le commerce, on pourrait augmenter l'effet de ces rayons, si l'on connaissait les longueurs d'onde efficaces dans les maladies justiciables de ce traitement. On réaliserait des sources émettant un maximum de radiations actives, en incorporant dans les électrodes de l'arc,

---

([1]) Séance du 8 décembre 1924.

les métaux produisant des raies très intenses se trouvant dans la zône spectrale utile.

Pour résoudre ce problème, nous avons cherché l'application de la loi de Grotthus « n'agissent que les rayons absorbés », en faisant une série de recherches sur l'absorption des différents tissus normaux ou pathologiques, de lésions ou d'exsudats, de microbes ou de leurs produits.

Nous prenons des spectrogrammes des préparations histologiques non colorées ou de lambeaux épidermiques frais, en utilisant comme source d'U. V. les lampes employées en actinothérapie ou des dispositifs thérapeutiques créés spécialement. Nous allons, dans cette première Note, exposer quelques résultats obtenus avec la peau saine ou desquamée après le traitement U. V., en nous basant sur 300 spectrogrammes environ.

Avec la *lampe à vapeur de mercure*, la *couche épidermique la plus superficielle* de la peau (couche cornée, épaisseur : $\frac{1}{20}$ de millimètre en moyenne) est traversée d'une manière très satisfaisante par les rayons, depuis le spectre visible jusqu'à la raie 2967 inclus. Entre celle-ci et la raie 2652, il y a une bande d'absorption notable, suivie d'une augmentation de transparence pour les raies voisines de 2540. Une seconde bande d'absorption terminale commence à partir de la raie 2482.

Lorsque l'épaisseur de l'épiderme augmente, la zone de transparence 2540 disparaît et le spectre ultraviolet se rétrécit rapidement, la raie 3650 ayant une pénétration meilleure.

La peau épaisse de 1^{mm} ne laisse passer pratiquement que les rayons violets du spectre visible. Ces données ne sont valables que pour la peau fraîche. Lorsqu'elle vieillit, sa transparence aux rayons U. V. augmente.

Avec la *lampe à arc*, la transmission dépend avant tout de la composition des électrodes, c'est-à-dire de l'intensité des raies au-dessous de 3000 Å.

Avec le charbon pur, ces radiations ne sont pas puissantes et sont pratiquement absorbées à partir de 3000 Å environ. Par contre, si l'on ajoute des métaux dans les électrodes en choisissant ceux qui émettent des raies de forte intensité, on observe, comme pour la vapeur de mercure, une zone d'absorption de 2950 à 2650 Å environ, une zone plus transparente aux environs de 2500 Å.

Ces données expliquent pourquoi les lampes à vapeur de mercure provoquent rapidement un érythème, tandis que les arcs à charbon, avec un domaine spectral aussi étendu, nécessitent des doses beaucoup plus considérables, sans atteindre une réaction identique. Elles montrent l'intérêt

qu'il y a d'avoir des raies intenses dont l'émission correspond aux bandes d'absorption des tissus.

Nous avons pu réaliser des sources dont le rayonnement transmis par l'épiderme est beaucoup plus important, car un doublet 2370 passe d'une manière satisfaisante. Des radiations de longueur d'onde inférieure à 2200 ont produit une fluorescence et par conséquent un rayonnement secondaire vers la profondeur dans la zone d'absorption habituelle.



De haut en bas : 1, spectre d'arc avec électrodes spéciales (15″); 2, spectre transmis à travers un lambeau d'épiderme (60″); 3, spectre de la lampe à vapeur de mercure à travers le même lambeau (pose 60″); 4, le même (pose 15″); 5, spectre témoin (pose 15″). — Le n° 2372 est trop à droite.

C'est un fait dont les conséquences thérapeutiques peuvent être considérables.

L'étude de l'absorption des exsudats et lésions cutanées nous arrêtera dans un Mémoire ultérieur. Elle nous indiquera, par exemple, pour les lésions tuberculeuses, une absorption plus rapprochée du spectre visible et nous permettra de conclure à l'utilisation des rayons appropriés.

D'ores et déjà on peut poser un principe fondamental en actinothérapie. Il y a des radiations utiles en thérapeutique, qui correspondent à une absorption sélective des cellules atteintes. Ce sont celles-ci qu'il faudra avoir dans les sources utilisées : il y a, en outre, avantage à se débarrasser des autres radiations, qui ne produiraient qu'un effet calorifique.

HYGIÈNE. — *L'indice de toxicité et l'utilisation de l'essence dans les automobiles.* Note de M. **Kohn-Abrest**, présentée par M. d'Arsonval.

J'avais proposé (¹) de classer tout système utilisant un combustible carboné quelconque, d'après un facteur numérique exprimant le rapport des volumes d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, produits lors de la combustion et que j'ai nommé indice de toxicité :

$$I_t = \frac{CO}{CO^2}.$$

Cette notation permet de contrôler un appareil sans qu'il y ait à se préoccuper du point de prélèvement des gaz; à la rigueur l'analyse de l'atmosphère ambiante suffirait.

On conçoit, je le rappelle, combien entre autres applications, la détermination de l'indice I_t des automobiles présente d'intérêt, tant au point de vue de l'hygiène qu'à celui de l'économie, puisque tout déversement d'oxyde de carbone, nuisible à la santé, signifie également perte thermique, soit finalement perte d'essence.

Si l'on désigne par E le coefficient d'utilisation de l'essence, c'est-à-dire le rapport entre l'essence consommée et celle qui est réellement utilisée, le calcul (²) donne entre I_t et E la relation

$$E = 1 - \frac{Q_p - I\left(\frac{4,24 - 1,165 I_t}{0,539 + 0,535 I_t}\right)}{Q_t},$$

où l'on pose, par litre d'essence brûlée :

Q_t = pouvoir calorique total;
P = teneur en carbone;
Q_p = chaleur de combustion théorique de P $\left(Q_p = \frac{94,3}{12} \times P\right)$;
I_t = indice de toxicité (la variable).

Il s'agit donc d'un arc d'hyperbole équilatère.

Toutes nos expériences ont été faites avec de l'essence pour « touriste »

(¹) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1046.
(²) Les détails du calcul seront publiés dans un autre Recueil.

ordinaire [1], ayant pour caractéristique : densité à $+15^\circ$, 0,727 ; début de la distillation, $+38^\circ$; volume distillant avant 75°, 8,5 pour 100; avant 115°, 49,8 pour 100; avant 160°, 83,8 pour 100; densité de résidu à $+15^\circ$, 0,784.

Elle donne par litre :

P (poids du carbone total)	610^{g}
Q_t (pouvoir calorifique total)	8000^{cal}
Q_p (chaleur de combustion P du carbone)	4791^{cal}

Dans ces conditions, on obtient en portant en abscisses différentes valeurs de I_t, et en ordonnées les valeurs correspondantes de E calculées par la formule ci-dessus, la courbe qui permet, pour chaque valeur de I_t, d'évaluer l'utilisation correspondante de l'essence, dans l'hypothèse que les gaz d'échappement ne contiennent, comme dans la généralité des cas, pas de carbure d'hydrogène (dont la présence augmenterait d'ailleurs la perte d'essence).

Nous avons fait plusieurs séries d'expériences [2] sur des voitures différentes, et de manière à représenter, par l'analyse complète des gaz d'échappement le travail moyen d'une automobile parcourant les rues encombrées d'une grande ville. Les prélèvements de gaz ont été effectués à l'aide d'un tube en cuivre, solidement attaché, dont l'extrémité inférieure pénètre de $0^{m},30$ dans le tube d'échappement, et communique avec les flacons ou ampoules vides d'air et de gaz installés dans la voiture en marche et servant aux prélèvements.

Les conditions de prélèvement, les indices de toxicité I_t et les coefficients d'utilisation de l'essence, sont portés dans le tableau suivant :

Torpédo 17 C.V. :	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	Moyennes.
$I_t = \left(\frac{CO}{CO^2}\right)$	1,13	1,82	0,74	1,00	»	0,67	»	1,04
E = coeffic^t d'utilisation de l'essence	0,76	0,70	0,82	0,78	»	0,82	»	0,78
Limousine 17 C.V :								
I_t	0,65	1,30	0,60	0,08	0,74	0,59	»	0,64
E	0,83	0,75	0,84	0,96	0,82	0,84	»	0,83

(1) Utilisée par le Service des Automobiles de la Préfecture de Police et dont une analyse m'a été communiquée.

(2) Voir pour détails le Mémoire, *loc. cit.*

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	Moyennes.
Coupé de ville 10 C.V. :								
I_t	»	2,00	1,08	»	1,20	1,00	»	1,25
E	»	0,68	0,77	»	0,76	0,78	»	0,75
Voiturette 6 C.V. :								
I_t	0,10	1,28	0,21	0,00	0,03	0,15	»	0,29
E	0,96	0,77	0,93	1,00	0,98	0,95	»	0,90
Torpedo 17 C.V. :								
I_t	1,095	2,0	1,24	»	0,92	1,24	0,90	1,23
E	0,96	0,68	0,75	»	0,79	0,75	0,79	0,76
Voiture genre *omnibus* 35 C.V. :								
I_t	»	0,22	»	0,075	»	»	»	0,14
E	»	2,92	»	0,97	»	»	»	0,94

I, moteur débrayé tournant à pleine vitesse. — II, moteur à l'arrêt au ralenti. — III, Démarrage en première vitesse avec le « coup d'huile » (fumée). — IV, 20^{km} à l'heure. — V, 40^{km} à l'heure. — VI, 60^{km} à l'heure. — VII, 100^{km} à l'heure.

Ces expériences établissent que l'indice de toxicité des moteurs à essence est une des caractéristiques du moteur qui devrait (déterminé avec une essence de type courant) figurer parmi les autres caractéristiques. Il paraît dépendre surtout du degré de perfectionnement du carburateur et non principalement d'autres facteurs, comme conditions atmosphériques, vitesse, etc... sauf lorsque le moteur tourne à l'arrêt au ralenti, *l'indice variant alors du simple au double.* — Dans la plupart des types d'automobiles actuels, l'indice est d'environ 1 (c'est-à-dire que le volume d'oxyde de carbone dégagé est égal à celui de l'acide carbonique), l'utilisation moyenne correspondante de l'essence, de 78 pour 100. Mais il existe des automobiles dont l'indice est négligeable, et démontrant, par conséquent, que la suppression de l'oxyde de carbone dans les gaz d'échappement est pratiquement possible, suppression désirable, à la fois en ce qui concerne l'hygiène et la bonne utilisation de l'essence. En attendant, il convient de réduire au minimum le fonctionnement au ralenti des moteurs débrayés dans les espaces peu ventilés et de veiller à la salubrité des garages.

La séance est levée à 15^{h}25^m.

É. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'octobre 1924 (*suite et fin*).

La science et la vie moderne, par Daniel Berthelot. Paris, Payot, 1924; 1 vol. 22cm,5.

Contributions à l'étude des roches éruptives indochinoises, par René Bourret. Hanoï, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1924; 1 fasc. 28cm.

Leçons sur la composition et les fonctions permutables, par Vito Volterra et Joseph Pérès. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924; 1 vol. 25cm.

Bulletin volcanologique, organe de la section de volcanologie de l'Union géodésique et géophysique internationale, publié par H. Malladra. Année 1924, n° 1. Napoli, Francesco Giannini et Figli, 1924; 1 vol. 25cm.

Études préhistoriques sur la Province du Perche, par Jousset de Bellesme. Nogent-le-Rotrou, L. Hamard, 1922; 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. H. Douvillé.)

Mélanges de mathématiques et de physique, par Émile Picard. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924; 1 vol. 25cm.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction, avec le concours de M. Jules Richard. Fascicule LXVIII : *Étude des huiles d'animaux marins provenant des campagnes scientifiques de S. A. S. le prince Albert Ier de Monaco* (1897-1913), par Henri Marcelet. Imprimerie de Monaco, 1924; 1 fasc. 35cm,5.

John William Strutt, third baron Rayleigh, par Robert John Strutt, fourth baron Rayleigh. London, Edward Arnold and Co, 1924; 1 vol. 22cm,5.

Université de Besançon. *La chronométrie pratique en France; l'horlogerie française en* 1823 *et* 1923, par A. Lebeuf. Besançon, Millot frères, 1924; 1 fasc. 24cm.

Ouvrages reçus dans les séances de novembre 1924.

Inauguration du buste de Philippe-A. Guye, remis à l'Université par l'Association des élèves et anciens élèves de l'École de chimie, 13 *mars* 1924. Genève, Albert Kündig, 1924; 1 fasc. 25cm.

Contribution nouvelle à l'étude de la sexualité des Basidiomycètes, par René Vandendries. Lierre, Joseph van In et Cie; Louvain, A. Uystpruyst, 1924; 1 fasc. 29cm,5.

Encyclopédie pratique du naturaliste. XII : *Les arbres, arbustes et arbrisseaux*

d'ornement, par A. Camus. Paris, Paul Lechevalier, 1923; 1 vol. 16^{cm}. (Présenté par M. H. Lecomte.)

Études expérimentales de technologie industrielle, 69e mémoire : *Usure et défauts des rails*, par Ch. Frémont. Paris, 1924; 1 fasc. 27^{cm}. (Présenté par M. Lecornu.)

Manuel des travaux de force à exécuter à bord des navires et dans les chantiers, à l'usage des marins, ingénieurs et entrepreneurs, par Stanislas Millot. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1924; 1 vol. $29^{cm},7$. (Présenté par M. d'Ocagne.)

Éléments d'histologie; structure et évolution de la matière vivante, par Ed. Retterer. Paris, Payot, 1924; 1 vol. 23^{cm}.

Revue de l'Université de Bruxelles. *Les échelons de la vie; discours prononcé à la séance solennelle de rentrée, le* 13 *octobre* 1924, par Albert Brachet. Bruxelles, M. Weissenbruch, 1924; 1 fasc. 25^{cm}.

Immortalité et rajeunissement dans la biologie moderne, par S. Métalnikov. Paris, Ernest Flammarion, 1924; 1 vol. $18^{cm},5$. (Présenté par M. F. Mesnil.)

Calcul vectoriel, par A. Chatelet et J. Kampé de Fériet. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924; 1 vol. $24^{cm},5$. (Présenté par M. Paul Appell.)

Le grand Ampère, d'après des documents inédits, par Louis de Launay. Paris, Perrin et Cie, 1925; 1 vol. 20^{cm}.

Université de Strasbourg. Faculté des Sciences. *Institut de physiologie générale : Travaux*. Vol. II, 1923-1924; 1 vol. 24^{cm}.

Encyclopédie entomologique. II : *Les longicornes de France*, par L.-M. Planet Paris, Paul Lechevalier, 1924; 1 vol. $25^{cm},5$. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

ERRATA.

(Séance du 24 novembre 1924.)

Note de M. *P. Idrac*, Étude théorique des manœuvres des albatros par vent croissant avec l'altitude :

Page 1138, ligne 14, *au lieu de* $P = mg + \frac{V^2}{\rho}$, *lire* $\left(\frac{P}{m} = g\right)_N = \frac{V^2}{\rho}$.

(Séance du 1er décembre 1924.)

Note de M. *Jean Boccardi*, Les moyennes par dixièmes d'année dans les variations des latitudes :

Page 1251, ligne 8, *au lieu de* différant de 30 heures, *lire* différant de 304 jours